مبادىء

الجغرافيا المناخية و الحيوية

ا.دكتور

محمد صبري محسوب

أستاذ ورئيس قسم الجغرافيا

كلية الآداب - جامعة القاهرة

٢٠٠٥

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ إهداء ﴾

إلى روح رفيق الدرب و أعز الاصدقاء

العالم الجغرافي الجليل أ.د. محمد محمد زهرة

مع خالص الدعاء بأن يرحمه الله رحمة

واسعة بقدر ما أعطا من خير

لكل من يعرفه و من لا يعرفة ،

المؤلــف

المقدمة :

يتناول هذا الكتاب المعنون الجغرافيا المناخية والحيوية" دراسة مختصرة للمناخ والنبات فى منهج جغرافى واضح ومبسط كتب بحيث يعطى للطالب فرصة لتفهم الكثير من الجوانب الجغرافية للمناخ والنبات دون الدخول فى تفاصيل تناولها الكثير من الكتب التى تمتلئ بها المكتبة الجغرافية .

وقد حرص المؤلف على تدعيمه بعدد كبير من الأشكال والخرائط التى لها دور كبير فى توضيح الكثير من الموضوعات المرتبطة بجغرافية المناخ والنبات، كذلك أضاف لفصول الكتاب فصلين عن بعض الجوانب التطبيقية فى جغرافية والمناخ والجغرافية الحيوية نظراً لأهميتها خاصة فيما يتعلق بالبيئة التى نعيش فيها .

ويتضمن الكتاب تسعة فصول بجانب قائمة بالمصطلحات المناخية والحيوية وبعض القياسات والمعادلات.

يتناول **الفصل الأول** دراسة مختصرة للغلاف الجوى ومفهوم الطقس والمناخ وتناولت الفصول الأربعة التالية عناصر المناخ الرئيسية، وهى الفصول من **الثانى حتى الخامس**، وفى الفصل **السادس** تحديد مختصر لأنواع المناخ فى العالم .

تلى ذلك دراسة تطبيقية فى جغرافية المناخ وذلك فى **الفصل السابع** متمثله فى تحديد بعض المخاطر المناخية المرتبطة بكل من العواصف المدارية والعواصف الرملية والترابية والجفاف والآثار التدميريه لها وسبل مواجهتها، كما تناول هذا الفصل التغيرات الطبيعية فى المناخ وأثر الإنسان على هذه التغيرات .

وفى **الفصل الثامن** دراسة للغلاف الحيوى يتضمن معالجة تحليلية لدورات العناصر فى الطبيعية والنظم الأيكولوجية، وضوابطها، وأشكالها، وتنوعها، ثم دراسة للتربة؛ من حيث العوامل المؤثرة فى تطورها وخصائصها ودراسة النبات الطبيعى، ثم دراسة التوزيع الجغرافى لمناطق التربة والنبات فى العالم .

أما **الفصل التاسع** والأخير فيختص بدراسة بعض الجوانب التطبيقية فى الجغرافيا الحيوية متمثله فى حرائق الغابات والأخطار المرتبطة بالجراد .

وينتهى الكتاب بقائمة بالمصطلحات المناخية والحيوية مع بعض المعادلات والقياسات التى تفيد دارس المناخ وجغرافية التربة والنبات .

والله ولى التوفيق ،،،

فهرس الكتاب

المقدمة ٥
التقديم ٥
فهرس الكتاب ٦
فهرس الأشكال ٧
فهرس الجداول ١٠

الفصل الأول
الغلاف الجوى والطقس والمناخ ١١

الفصل الثانى
الحرارة والضغط الجوى ٢٥

الفصل الثالث
الرياح ٤٧

الفصل الرابع
الكتل الهوائية والأعاصير والعواصف المدارية وظاهرة النينو ٧١

الفصل الخامس
الرطوبة فى الجو ٨٩

الفصل السادس
أنواع المناخ فى العالم ١١١

الفصل السابع
جوانب تطبيقية فى جغرافية المناخ ١٢٧

الفصل الثامن
الغلاف الحيوى ١٦٥

الفصل التاسع
جوانب تطبيقية فى الجغرافيا الحيوية ١٩١

مصطلحات وقياسات ومعادلات خاصة بجغرافية المناخ والتربة والنبات ٢١١
قائمة المراجع والمصادر ٢٤٧

فهرس الأشكال والخرائط

١)طبقات الغلاف الجوى ١٨
٢)الشكل العام لمكونات طبقة التروبوسفير ١٩
٣)الحرارة بالغلاف الجوى ٢٨
٤)النطاقات الحرارية الرئيسية فى العالم ٣٤
٥)خطوط الحرارة المتساوية لشهر يناير ٣٦
٦)خطوط الحرارة المتساوية لشهر يوليو ٣٧
٧)تأثر اتجاه الرياح باختلاف الضغط الجوى ٣٨
٨)انخفاض الضغط الجوى بالارتفاع ٤٠
٩)التوزيع النظرى للضغط الجوى على سطح الكرة الأرضية ٤١
١٠)الضغط الجوى خلال فصل الشتاء الشمالى ٤٣
١١) الضغط الجوى خلال فصل الصيف الشمالى ٤٥
١٢)انحراف الرياح العامة بسبب دوران الأرض ٥٠
١٣)الرياح التجارية فى نطاق الرهو الاستوائى ٥١
١٤)دورة الرياح العامة ١٤
١٥)الرياح الموسمية الشتوية ٥٦
١٦)الرياح الموسمية الصيفية ٥٧
١٧)الرياح الموسمية الصيفية على شبه القارة الهندية ٥٨
١٨)الرياح الموسمية الشتوية على شبه القارة الهندية ٥٨
١٩)أنواع الرياح المحلية الرئيسية ٥٩
٢٠)مسارات المنخفضات الجوية فى حوض البحر المتوسط والنطاق اليابس المجاور ٦٠

٢١)رياح الشنوك ورياح زوند ٦٤

٢٢)نسيم البرّ ونسيم البحر ٦٦

٢٣)إعاقة الرياح القوية القادمة من اليابس لوصول نسيم البحر نحو الداخل ٦٧

٢٤)الجبال الساحلية وتأثيرها على نسيم البحر ٦٨

٢٥)نهر يمثل قناة لمرور نسيم البحر نحو الداخل ٦٨

٢٦)نسيم الوادى فى فترة ما بعد الظهر ٦٩

٢٧)نسيم الجبل فى فترة الليل مما يؤدى إلى تبريد شديد فى بطن الوادى ٧٠

٢٨)جبهة كتلة باردة عند وصولها لمنطقة دافئة ٧٤

٢٩)التوزيع الجغرافى للكتل الهوائية فى العالم ٧٥

٣٠)مراحل تكون الإعصار ٧٦

٣١)دورة الرياح فى الأعاصير وفى أضاد الأعاصير ٧٧

٣٢)مسالك الأعاصير المعتدلة والعواصف المدارية ٧٨

٣٣)عاصفة هيريكين رعدية ٨٠

٣٤)نشأة العواصف المدارية ٨١

٣٥)تركيب العاصفة المدارية وحركة الهواء داخلها . ٨٥

٣٦)الحالة عند حدوث ظاهرة النينو ٨٧

٣٧)أنواع السحب حسب ارتفاعها وأشكالها وكيفية نشأتها ٩٨

٣٨)أنواع السحب فوق سلسلة جبلية ٩٩

٣٩)الضباب البحرى على ساحل كاليفورنيا ١٠٠

٤٠)أنواع المطر الرئيسية .

أ-المطر الإعصارى. ب-المطر التضاريسى . جـ-المطر التصاعدى. ١٠٥

٤١)أقاليم المطر فى العالم ١٠٦

٤٢)التوزيع الفصلى للمطر فى العالم ١٠٧

٤٣)نمو كريات البرد وبللورات الثلج	١١٠
٤٤)أنواع المناخات فى العالم	١١٧
٤٥)قطاع تصويرى لعاصفة مدارية	١٣٠
٤٦)آثار دمار الهيريكين على المبانى بفلوريدا عام ١٩٦٠	١٣٥
٤٧)سور شجرى للحماية من العواصف الترابية والرملية – يلاحظ أثره فى تكوين دوامات هوائية	١٤٠
٤٨)تشقق التربة نتيجة للجفاف	١٤٢
٤٩)رسم تخطيطى للجبال الحرارية	١٥٠
٥٠)مستجمع صغير لمياه الأمطار من أعلى سطح أحد المبانى	١٥١
٥١)العلاقة بين المناخ والأحداث التاريخية	١٥٥
٥٢)دورة الكربون فى الغلاف الجوى	١٦٨
٥٣)العمليات الرئيسية فى الدورة الهيدرولوجية (الدورة المائية)	١٧٠
٥٤)نظام التربة المائية والنبات (يبين العلاقة القوية بينه وبين الدورة المائية)	١٧١
٥٥)التعاقب النباتى	١٨١
٥٦)النبات الطبيعى فى العالم	١٨٤
٥٧)أنواع الحرائق البيئية	١٩٥
٥٨)حرائق الغابات تمتد على طول سطح الاحتراق فى شكل دوامات	١٩٦
٥٩)مدى شراهة الجراد فى التهام ورق الأشجار	٢٠٢
٦٠)منطقة انتشار الجراد الصحراوى	٢٠٣
٦١)مناطق التكاثر الشتوى للجراد	٢٠٤
٦٢)مناطق التكاثر الصيفى للجراد	

فهرس الجداول

جدول(١): الغازات الرئيسية المكونة للغلاف الغازى ١٥
جدول(٢): الخسائر المادية لأسراب الجراد تبعاً لتقديرات منظمة الفاو ٢٠٦
جدول(٣): النسبة المئوية لطاقات الإشعاع الواصلة إلى الأرض عبر الغلاف الجوى ٢٤٣

الفصل الأول

الغلاف الجوى والطقس والمناخ

المقدمة :

تابع الإنسان منذ القدم ما يعترى الجو من ظروف وتغيرات وتقلبات، وكان الإغريق أول من اهتم بظواهر الجو منذ القرن الخامس قبل الميلاد؛ وكانوا كذلك أول من استخدم كلمة متيورولوجيا Meteorology المشتقه من الأصل اليونانى الذى يعنى ما يعلونا من أشياء وكان يقصد بها الكواكب والنيازك والشهب وغيرها .

وظلت الملاحظات والاهتمامات البشرية محدودة فيما يتعلق بظواهر الغلاف الجوى؛ وارتبطت كثيراً بالأساطير والخرافات . وظل الحال هكذا حتى النصف الأول من القرن الـ١٧ حيث ظهرت أوجه الاهتمام برصد الجو من خلال إنشاء المراصد وظهور أجهزة لقياس عناصر الغلاف الغازى مثل الترمومترات و قياس المطر وغيرها. واستمرت الجهود فى الاهتمام بدراسة الطقس والمناخ؛وظهرت أول خريطة يومية للطقس فى فرنسا منذ عام ١٨٦٣ قام بإنشائها الميتورولوجى الفرنسى Le Verrier كما ظهرت أول خرائط لخطوط الضغط الجوى المتساوى لقارة أوربا عام ١٨٦٧، ومنذ هذا العام ظهرت تطورات كبيرة فى رصد وتحليل وربط العناصر المناخية وأنشئ المزيد من المراصد، وتم إنشاء الهيئة الدولية للأرصاد الجوية فى مدينة أوترخت الهولندية فى عام١٨٧٨ (فهمى هلالى، ١٩٩٦، ص٧) .

وكان للعمليات الحربية التى شهدها العالم خلال الحرب العالمية الأولى والحرب العالمية الثانية الأثر الكبير فى التقدم الهائل الذى حدث لعمليات الأرصاد الجوية وتطور كبير للأجهزة الخاصة بعمليات الرصد الجوى والتنبؤات الجوية وظهور أعداد كبيرة جداً من محطات الأرصاد الجوية المتطورة وتوفرت كميات هائلة من البيانات والمادة العلمية التى ساعدت بدورها فى تطور علم الأرصاد الجوية وجغرافية المناخ وظهور العديد من العلماء والباحثين فى هذا المجال من أمثال كبين وبيلى ودى مارتون وبيركز Bjerkness، والأخير قام بدراسة الكتل الهوائية Air Masses وذلك فى الفترة ما بين عامى ١٩١٤-١٩١٨ .

وشهدت الفترات الأخيرة من القرن العشرين تطوراً كبيراً فى مجالات المناخ التطبيقى بعد تطور أجهزة القياس خاصة المرتبطة بالأقمار الصناعية والاستشعار عن بعد وزيادة دقة التنبؤات الجوية.

كذلك تطورت الدراسات الخاصة بجغرافية النبات والنظم الحيوية بشكل عام مع تطور وسائل البحث وتطور العلوم الأخرى المرتبطة بها خاصة مع زيادة الحاجة وبروز الأهمية التطبيقية في العديد من الجوانب.

أولاً – تعريف الغلاف الجوي Atmosphere :

يقصد بالغلاف الجوي المجال الهوائي المحيط بالكرة الأرضية إحاطة تامة سواء فوق الماء أو اليابس مع عدم دقة تحديد سمكه الحقيقي رغم دقة أجهزة القياس الخاصة بدراسة خصائصه المختلفة سواء في الاتجاه الرأسي للهواء أعلى أو على طول امتداد طبقاته المختلفة حول الأرض، ويرجع ذلك بسبب اختلاف تضاريس سطح الأرض واختلاف التوزيع الحراري وفقاً للارتفاع ووفقاً لدوائر العرض، إلى جانب أن الكثافة الخاصة بالهواء تتجه للتناقص من أسفل إلى أعلى.

وبشكل عام فإن الغلاف الجوي يمثل مجالاً رئيساً للدراسة الجغرافية الطبيعية، ويعد كذلك مكوناً رئيساً من مكونات الأغلفة المطوقة لكوكب الأرض، وهي في نفس الوقت أكثرها تأثيراً، وإذا كنا لا نراه فإننا نشعر بوجوده من خلال الإحساس بعناصره المختلفة من حرارة تنخفض وترتفع درجاتها، ورياح تهب في سرعات واتجاهات مختلفة، وأمطار، ورطوبة، وضباب، وغيرها.

ثانياً – مكونات الغلاف الجوي :

يتكون الغلاف الجوي من خليط من الغازات وذرات الغبار وغيرها، كما يوضحها الجدول التالي رقم (١)

يعد النتروجين أكثرها وجوداً، حيث يمثل أكثر من ٧٨,٠٨% من كمية (حجم) الغازات الموجودة بالغلاف الجوي أو أكثر قليلاً منه ٧٦% من وزن الهواء، وهو غاز غير نشط في درجة الحرارة العادية . وإن كان يلعب دوراً كبيراً في إنكسار الأشعة الشمسية القادمة من الشمس عبر المجال الهوائي ويعد من الأسباب الرئيسية لضغط الهواء.

وتتمثل أهمية غاز النتروجين (الآزوت) في كونه يمثل مصدر النتروجين اللازم لنمو النبات، كما أنه رغم خموله في درجة الحرارة العادية إلا أنه يتحد مع الأكسجين عندما ترتفع درجات الحرارة أثناء عمليات

الاحتراق الخاصة بالأنواع المختلفة من الوقود بحيث يتحول إلى أكسيد النتروجين الذى يؤثر تأثيراً سلبياً على الإنسان بسبب تأثيره على التنفس كما أنه قد يؤدى إلى إصابة الإنسان بعدد من الأمراض .

ويأتى الأكسجين فى المرتبة التالية بعد النتروجين (الآزوت) كثانى عنصر مكون للغلاف الغازى بنسبة ٢١% تقريباً من حجمه وأكثر من ٢٣% من وزنه، ويعد نتاج عملية التمثيل الضونى Photosynthesis على مستوى سطح الأرض، وهو غاز هام وضرورى لكل عمليات التنفس والاحتراق، ويتحد مع العناصر الأخرى تحت ظروف عادية حيث يتحد مع الكثير من المعادن المكونة للصخور ليحولها إلى أكاسيد للمعادن عادة ما تكون أضعف من المعادن نفسها مما يسبب فى تعرض الصخور للتجوية الكيماوية بفعل التأكسد Oxidation .

ويعد الأكسجين مع الآزوت من الغازات التى تتميز بالثبات وعدم تغير نسبها فى الغلاف الجوى فى الظروف العادية .

جدول (١) : الغازات الرئيسية المكونة للغلاف الجوى

الغاز		النسبة المئوية من الحجم
النتروجين	N_3	٧٨,٨٨
الأكسجين	O_2	٢٠,٩٤٩
أرجون	A	٠,٩٣٠
ثانى أكسيد الكربون	Co_2	٠,٠٣٠
نيون	Ne	٠,٠٠١٨
الهيليوم	He	٠,٠٠٠٥
الأوزون	O_3	٠,٠٠٠٠٦

After Wilcock, D, 1983

بجانب الأكسجين والنتروجين توجد غازات أخرى بنسب محدودة وهى الأرجون بنسبة ٠,٩%، والنيون ٠,٠٠١٨%، والهيليوم ٠,٠٠٠٥%، والغازات الثلاثة محدودة النسبة كما نرى، وفى نفس الوقت ليس لها تأثير يذكر على ظروف الطقس والمناخ .

وإلى جانب ما سبق توجد ثلاثة من الغازات التى تمثل مع بعضها نسبة صغيرة جداً من مكونات الغلاف الجوى؛ وهى بخار الماء Water Vapour (H_2O)*، وثانى أكسيد الكربون (Co_2) Ca.bon dioxide، والأوزن O_3 . ولكن رغم نسبها الصغيرة جداً إلا أن لكل منها أهميته فى التأثير على عمليات الغلاف الغازى، وهذا إلى جانب كونها من أكثر الغازات تأثيراً على الإنسان وتأثراً به وبنشاطاته المختلفة، فبخار الماء قد تصل نسبته فى الهواء فى منطقة ما إلى نحو ٤% من جملة مكوناته الغازية، بينما نسبته على مستوى العالم تبلغ نحو ٠,٢% فقط، ويظهر الماء فى الغلاف الجوى بحالة صلبة أو سائلة أو غازية، وفى كل حالة من حالات تحوله تخرج الحرارة الكامنة Latent Heat إلى الجو. وهذه التغيرات فى الواقع لها أهمية كبيرة فى الظروف والعمليات المناخية.

ويعمل بخار الماء على تشتت وامتصاص وانعكاس أشعة الشمس ذات الموجات القصيرة Short Waves، ويمتص الإشعاع الأرضى الذى يتميز بموجاته الطويلة Long Waves، ومن ثم فإن بخار الماء يلعب دوراً هاماً فى عملية التمثيل الضوئى . وعادة ما يتركز فى الطبقة السفلى من الغلاف الجوى فى سمك لا يزيد عن أربعة كيلومترات، وإن كانت الطائرات النفاثة قد تسببت فى وجود كميات كبيرة منه فى الطبقات الأعلى، ويشترك بخار الماء مع ثانى أكسيد الكربون فى قدرته على امتصاص الإشعاع الأرضى وعدم انبعاثه وتبدده فى الفضاء الخارجى .

أما ثانى أكسيد الكربون فهو نتاج عمليات التنفس Respiration وعمليات الاحتراق، ويستخدمه النبات فى عملية التمثيل الضوئى،وتبرز أهميته فى امتصاص الطاقة الإشعاعية Radiant Energy من الأرض مما يؤدى إلى حفظ حرارة الأرض وذلك الأمر يفسر ارتفاع درجة الحرارة فى المدن نتيجة للتسارع فى زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون بها بسبب ما تنفثه المركبات المختلفة، وكذلك عمليات الاحتراق المختلفة من كميات ضخمة من هذا الغاز. والذى يؤدى وجوده فى الجو بشكل كبير إلى حدوث عمليات التكربن Carbonation فى حالة سقوط الأمطار حيث تتحد مياهها مع ثانى

---

*يتميز بوجوده فى الهواء فى شكل ذرات غاية فى الدقة تتميز بنفس خواص الغازات الأخرى من حيث الضغط والانتشار Defusion مع تميزها عن الأخيرة بتغير نسبها بشكل سريع وواضح تبعاً لطبيعة أماكن وجودها.

أكسيد الكربون الموجود فى الجو، وتتحول إلى حمض كربونيك فيعمل بدوره على تحول كربونات الكالسيوم إلى بيكربونات كالسيوم قابلة للإذابة Soluble، ومن ثم يتجوى الصخر كيماوياً .

أما الأوزون O_3 فتبرز أهميته فى قدرته على امتصاص الأشعة الشمسية فى الطبقات العليا للغلاف الجوى،حيث يمتص الأشعة فوق البنفسجية Ultra Violet Rays ذات الموجات الأقل من ٠,٣ ميكرومتر،وهذه الأشعة ضارة للغاية بالنسبة للإنسان والنبات،وبالتالى فإن الأوزون يحمى كل نظم الحياة على سطح الأرض،ومن ثم فإنه من الأمور الهامة ألا تقل نسبة تركيز الأوزون فى الجو لما يسببه ذلك من ارتفاع فى درجات الحرارة بالطبقات السفلى من الغلاف الجوى حيث تتغلغل الأشعة الشمسية بمعدل أكبر، والعكس فى حالة زيادة نسبة غاز الأوزون حيث يحدث انخفاض فى درجات الحرارة .

ومن العناصر الجوية الأخرى الغبار Dust الذى تعد ذراته من مكونات الغلاف الغازى، وهو نتائج عمليات مثل الانفجارات البركانية Volcanic Explosions، أو نتاج العلميات الهوائية التى تتشكل فى صورة عواصف ترابية Dust Stroms مثارة، وتنتج كذلك عن نشاطات بشرية عديدة مثل التفجيرات الناتجة عن عمليات التحجير Quarrying، أو العمليات العسكرية، والعديد من الصناعات مثل صناعة الأسمنت وسحق المعادن والصخور .

ويمكن للغبار أن يصل فى طبقات الجو إلى ارتفاعات تتراوح ما بين عشرة إلى خمسين كيلومتر، وإن كان الجزء الأكبر يتركز فى الطبقة السفلى من الغلاف الجوى، ويعد الغبار من ملوثات الغلاف الجوى إلى جانب ما يقوم به من تشتت للإشعاع الشمسى، ويعد كذلك بمثابة النويات التى يتم عليها التكثيف لبخار الماء بعد تعرضه للتبريد بحيث يسقط مع المطر* .

ثالثاً – تركيب الغلاف الجوى :

كما ذكرنا آنفاً فإن سمك الغلاف الجوى لم يحدد بالدقة الكافية رغم تطور وسائل وأجهزة القياس لعدة أسباب، ورغم ذلك فقد أمكن تقسيمه كما يتضح ذلك من الشكل التالى رقم(١) إلى أربعة أقسام أو أربع طبقات يمكن إيجاز خصائص كل منها على النحو التالى :

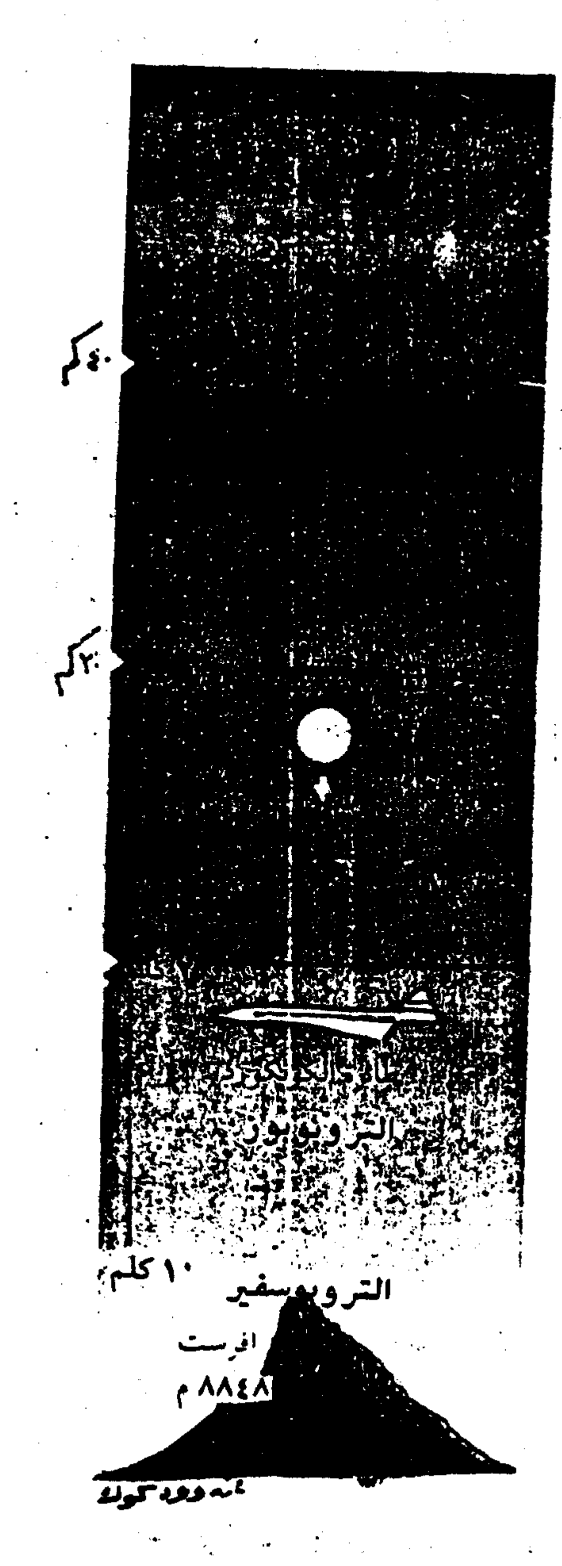
---

*كذلك قد ينتج الغبار عن تهشم الشهب والنيازك عند اختراقها للغلاف الجوى، وهو هنا يعرف بالغبار الكونى Cosmic Dust.
كما قد ينتج عن تصاعد الأدخنة التى تنفثها المصانع أو نتيجة للتفجيرات الذرية، وهذا الغبار من الملوثات الخطرة المشعة والتى قد تتساقط مع المطر فتسبب أضراراً خطيرة على الحياة بشكل عام .

أ- طبقة التروبوسفير Troposphere:

تمثل الطبقة السفلى الملاصقة للغلاف الصخرى والغلاف المائى Hydrosphere، يبلغ سمكها نحو ثمانية كيلومترات فى المتوسط فوق النطاق القطبى، و١٦ كيلومتر فوق النطاق الاستوائى، وترجع زيادة سمكها عند خط الاستواء بسبب قوة عمليات التصعيد الهوائى، حيث تصل التيارات الرأسية لارتفاعات كبيرة، ويتركز به نحو ٧٥% من وزن الهواء بالغلاف الجوى.

وتتميز طبقة التروبوسفير باضطرابها مما أدى إلى زيادة درجة الاختلاط الهوائى بها، ويرجع اضطرابها أساساً إلى اكتسابها للحرارة من الأرض بعد ارتداد الأشعة الشمسية القادمة إليها كما سيتضح ذلك بالتفصيل فيما بعد، ومن ثم يصبح الهواء الأدفأ ملاصقاً للأرض والأبرد عند مناسيب أعلى. وأحياناً ما يحدث عكس ذلك، حيث ترتفع درجات الحرارة مع الارتفاع، ويطلق على هذه الحالة مصطلح الانقلاب الحرارى Thermal Inversion، ويحدث ذلك عندما يصعد هواء دافئ فوق هواء بارد، وهذا غالباً ما يتم أثناء الليل قرب سطح الأرض بعد أن يكون قد أشع حرارته وبرد. وعادة ما يحدث الانقلاب الحرارى بمعدل أسرع فى حالة



شكل (١) طبقات الغلاف الجوى

اختفاء السحب، يرتبط به حدوث استقرار جوى فى طبقة الهواء الباردة عند سطح الأرض، وقد يختفى الانقلاب الحرارى عندما يتم التسخين لسطح الأرض فى اليوم التالى وإن كان يستمر فى بعض الحالات لأيام عديدة.

وأعلى طبقة التروبوسفير توجد طبقة تعزلها عن الطبقة الرئيسية التى تعلوها وتعرف بسطح التروبوبوز Tropopause، يحدث عنده التغير فى درجة الحرارة إلى أعلى، وهذا السطح ينخفض مستواه بالاتجاه من خط الاستواء نحو القطبين (فهمى هلالى - المرجع السابق، ص ٨٧) (Wild).

وجدير بالذكر أن طبقة التروبوسفير تتركز فيها الرياح المتطرفة والسحب، ومظاهر التكاثف المختلفة والرطوبة والمواد الصلبة العالقة، والأخيرة تزداد قرب سطح الأرض، ومن ثم فإنها تصبح ذات أهمية قصوى بالنسبة لكونها ترتبط بكل الظروف الطقسية والمناخية التى يتعرض لها سطح الأرض، ويوضح الشكل التالى رقم (٢) الشكل العام لمكونات طبقة التروبوسفير.

شكل (٢) الشكل العام لمكونات طبقة التروبوسفير

ب- طبقة الستراتوسفير Stratosphere :

يطلق عليها أحياناً الغلاف الزمهريرى أو الغلاف الطبقى. يبلغ سمكها أكثر من ٣٦ كيلومتر، وتقع أعلى طبقة التروبوسفير [illegible] The Tropopause [illegible] – [illegible] بالارتفاع يزداد تركز غاز الأوزون [illegible] بطبقة الستراتوسفير مع الارتفاع [illegible] الأوزون الطاقة الشمسية [illegible] عن طبقة التروبوسفير أنها تستمد حرارتها من الشمس بشكل مباشر أى أنها تتلقاها من أعلى مباشرة،

ولذلك فإن الهواء الدافئ يقع أعلى الهواء البارد مما يؤدى إلى حدوث نوع من الثبات، ولا توجد فى هذه الطبقة حركة رأسية للهواء، ويوجد بها قليل من السحب، ولا يزيد تركيز بخار الماء عن ٣ أجزاء فى المليون، وبسبب ما يميزها من استقرار فإنها تكون خالية تقريباً من التلوث باستثناء ما ما يأتى إليها، ويضاف إلى مكوناتها من ملوثات ومواد تنفثها وسائل النقل الجوى الأسرع من الصوت Super Sonic، فيقدر بأن ما تنفثه هذه الوسائل فى الساعة الواحدة نحو ٨٣ طناً من غاز أول أكسيد الكربون ومثلها من غاز أول أكسيد النيتروجين، ويعتقد بأن بخار الماء المنبعث فى هذه الطبقة قد يؤدى إلى زيادة السحب وزيادة معدلات انعكاس الإشعاع الشمسى (Wilcock. D, 1983,p89).

وعادة ما تزيد فيها درجات الحرارة بسبب تولد غاز الأوزون نتيجة لاتحاد ذرات الأكسجين مع بعضها، وتكوين ذرات من غاز الأوزون، وذلك بامتصاص جزء كبير من الأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس (عبد العزيز عبد اللطيف، المرجع السابق، ص١٠) .

ويؤدى ارتفاع درجة الحرارة إلى انصهار الشهب أو النيازك التى تخترق الغلاف الغازى باتجاه سطح الأرض، بحيث أنها عندما تصل فى رحلتها نحو الأرض إلى نطاق أبرد تتصلب وتتحول إلى الغبار الكونى سابق الذكر الذى يمثل نويات يتكاثف عليها بخار الماء ويتحول إلى قطيرات مطر Droplets.

جـ- طبقة الميزوسفير Mesosphere :

تعلو هذه الطبقة مباشرة طبقة الستراتوسفير عند ارتفاع يتراوح ما بين ٥٠ و ٨٠ كيلومتر من سطح الأرض. تتميز بارتفاع درجة الحرارة بها من أعلى إلى أسفل، وتنخفض أعلاها إلى ما دون الصفر المئوى بكثير. ويقل تركيز غاز الأوزون بها مع انعدام بخار الماء تماماً. وعادة ما تمتص بها الموجات اللاسلكية القصيرة Short Waves . وتحترق بها الشهب المتجهة نحو الأرض وذلك فيما بينها وبين طبقة الستراتوسفير .

د- الطبقة الحارة (الثرموسفير) Thermosphere :

تعرف بطبقة الغلاف الحرارى، تبدأ من ارتفاع نحو ٨٠ كيلومتر من سطح الأرض وحتى ارتفاعات أبعد من ذلك بكثير وتزيد درجة الحرارة فى هذه الطبقة مع الارتفاع حيث يتم تسخينها

من الشمس مباشرة مثلما الحال مع طبقى الستراتوسفير والميزوسفير حيث تصل درجة الحرارة عند حدها الخارجى (العلوى) إلى ١٥٠٠ درجة مئوية، ومثل هذه الدرجة المرتفعة جداً لا يتم الشعور بها مقارنة بالغلاف القريب من سطح الأرض، وهذا الأمر قد يبدو غريباً ولكن يجب أن نعلم أن درجة الحرارة هى فى الواقع قياس للطاقة الحركية للجزيئات - جزئيات المادة - أما الحرارة Heat نفسها فإنها تقيس الطاقة الحرارية ككل. فأى جسمين أحدهما صغير والأخر كبير يمكن أن يكون لهما نفس درجة الحرارة، ولكن الجسم الأكبر حجماً تكون حرارته أكبر بكثير مما هو موجود من حرارة بالجسم الأصغر، والواقع أن ندرة الذرات الموجودة بطبقة الثرموسفير تفسر انخفاض مستوى الطاقة الحرارية، وليس الطاقة الحركية للجزئيات نفسها والتى تكون مرتفعة جداً، فهذه الطبقة تخلو من غاز الأوزون ومن بخار الماء وأن كثرت بها ذرات غاز الهيليوم والأكسجين والنتروجين فى حدها السفلى وحتى ارتفاع ١١٥ كيلومتر من سطح الأرض.

وأحياناً ما تعرف هذه الطبقة بطبقة الأيونوسفير Ionosphere ويرجع ذلك إلى حدوث تأين للغازات الموجودة بها بمعنى أن هذه الغازات تتعرض للشحن الكهربى مما يؤدى بالتالى إلى ارتفاع درجة الحرارة بها.

وهى طبقة مخلخلة لأنها تؤدى إلى الفضاء الخارجى وتحتوى على الغازات الخفيفة والمتطايرة بها. ويظهر بها ما يعرف بالفجر القطبى أو الأورورا Aurora (الوهج القطبى) والتى تظهر بوضوح فى المناطق القطبية وتبدو فى شكل خطوط أو ستائر مضيئة متدلاه بإتجاه سطح الأرض وتنتجت عن انطلاق كميات ضخمة جداً من الألكترونات القادمة من البقع الشمسية بشكل خاص ثم اصطدامها مع جزئيات الطبقة العليا من الغلاف الغازى (فهمى هلالى، المرجع السابق، ص٨٠).

الطقس Weather والمناخ Climate :

يمثل الغلاف الغازى Atmosphere أو الغلاف الجوى المجال المكانى الذى يوجد به الطقس والذى يعنى بدوره حالة الجو فى مكان ما من سطح الأرض فى زمن محدد عادة ما يكون قصيراً أو بمعنى آخر يمثل الطقس مجموع قيم عناصر الغلاف الجوى من حرارة وضغط ورياح ورطوبة مـ

يمكن قياسها بالأجهزة المعروفة الخاصة بكل منها. ومن ثم فإن الطقس يمثل جزءاً حيوياً من حياة الإنسان يؤثر فى كثير من جوانبه الحياتيه كالمأكل والملبس والسكن وغيرها .

وكما ذكرنا فإن الطقس؛ باختصار يعنى حالة الجو خلال فترة قصيرة تتراوح ما بين دقائق وأسبوع تعتمد على قياس فعلى لعناصر الغلاف الغازى المختلفة تعكس ظروف الجو ما إذا كان بارداً أو حاراً أو رطباً أو جافاً وهكذا .

أما المناخ فيعنى الوضع الجوى لمنطقة ما خلال فترة زمنية طويلة مما يضفى عليه صفة الثبات بمعنى أننا حينما نقول مناخ منطقة ما حار جاف فيعنى ذلك أن هذا هو النمط السائد معتمداً على المعدلات المناخية للمنطقة لفترة طويلة قد تصل إلى ٣٥ سنة أو أكثر، فهو كما يرى (عبد العزيز عبد اللطيف، ص٣) يعطى الصورة الوسطى المبنية على حالات الطقس المتباينة بين يوم وآخر.

ويهتم علم الميتورولوجيا أو علم الأرصاد الجوية Meterology بدراسة الطقس من خلال دراسة علمية لظواهره (عناصره) تعتمد على قوانين رياضية وفيزيائية تهدف إلى تفسيرها والوصول إلى تنبؤات جوية دقيقة معتمدة بدورها على بيانات للتسجيلات بأحدث الأجهزة المتوفرة فى محطات الأرصاد الجوية، وتعد هذه البيانات المادة الأساسية Data Base للمهتمين بدراسة المناخ والجغرافيا المناخية والنباتية وغيرها من مجالات علمية.

أما علم المناخ Climatology فهو العلم الذى يهتم بدراسة المتوسطات والمعدلات المناخية الناتجة عن التسجيلات التى تم رصدها وتدوينها كقيم مطلقة فى جداول خاصة بها، وإلى جانب ذلك يهتم علم المناخ بتفسير وتحليل هذه النتائج فى ضوء تفاعلها مع العديد من الضوابط الأخرى المرتبطة بالأغلفة الجوية والمائية والصخرية ومن ثم فإن الجغرافيا المناخية تتميز بدورها بدراسة العناصر المناخية فى ترابط مع بعضها البعض ومع ظروفها البيئية التى من خلالها يتم تحديد أثرها فى البيئات المختلفة وتفاعل الإنسان معها لما للمناخ من أثر كبير للغاية على حياة الإنسان والكائنات الحية الأخرى إلى جانب تأثيره على العديد من الظاهرات الطبيعية والتى ارتبط العديد منها بالمناخ مثل ظاهرة الكثبان الرملية والسيول وغيرها، والتى يمكن أن نطلق عليها ظاهرات مورفومناخية. كما يتضح أثر المناخ فى تشكيل سطح الأرض بشكل مباشر خاصة فيما يتعلق بالعمليات الهوائية

أو بطريقة غير مباشرة مثـل التعريـة السـيلية Aeolean Processes والتجوية Weathering Torrential Erosion، والتعرية بفعل الأمواج. كما أن المناخ يعد المتحكم الأساسى فى النبـات والصور التوزيعية له على سطح الأرض وله أثره الواضح على الزراعة والأنشطة البشرية المختلفة والتى أظهرها العديد من البحوث والدراسات التطبيقية التى ظهرت خلال السنوات الأخيرة بحيث أصبح المناخ التطبيقى من العلوم الجغرافية الهامة التى تؤثر فى الحياة اليومية للإنسان .

ومن الدراسات المناخية التطبيقية بحث (D. Camuffi, 1999)عن أثر المناخ الحضرى على إتـلاف برج بيزاً بإيطاليا والذى أظهر فيه التأثير الواضح للعوامل المناخية على البرج مثل تركيز الجسيمات فى الهواء المحيط به وإبراز تأثير الحرارة والرطوبة على سطح البرج (محمد فوزى، ٢٠٠٢،ص١٠).

ومن الدراسات التطبيقية كذلك ما ذكره (الأحيدب، ١٩٩٦) عن المخاطر الطبيعية الجوية مثل الرياح والعواصف وموجات البرد والقحط وغيرها بالسعودية وأثرها على المجتمـع السـعودى. وكذلك دراسة كل من محمد صبرى محسوب ومحمد إبراهيم أربـاب عـن الأخطـار المناخيـة والمورفومناخية ضمن كتابهما (الأخطار الطبيعية – الحدث والمواجهة – دراسة جغرافية، ٢٠٠٠) كما سوف يتضح تفصيلاً فى هذا الكتاب.

وهناك العديد من الدراسات المناخية التطبيقية والتفصيلية التى يمكن الرجوع إليهـا والـتى تم حصر الكثير منها فى البحث الذى أنجزه محمد فوزى، المرجع السابق، ٢٠٠٢ .

الفصل الثانى

الحرارة والضغط الجوى

أولاً - الحرارة :

أ- الإشعاع الشمسى Insolation :

تعد الشمس المصدر الرئيسى لتسخين الأرض وتأتى الطاقة الشمسية باتجاه الأرض عبر الغلاف الغازى فى شكل أشعة كهرومغناطيسية Electromagnitic Radiation، وبسبب شدة حرارة الشمس (٥٧٣٠درجة مئوية) فإن الأشعة الشمسية تكون قصيرة الموجه* .

والعكس مع الإشعاع الأرضى (متوسط حرارة سطحها ١٢ درجة مئوية)، حيث تشع الأرض أشعة طويلة الموجة Long Wave Rays فيما يعرف بالإشعاع الأرضى Terresterial Radiation .

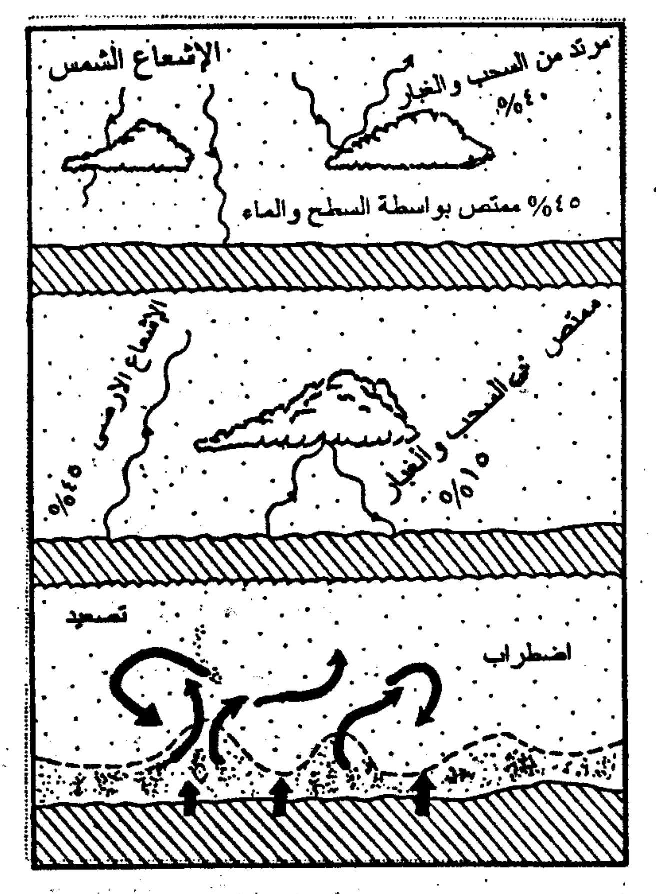
ولكى نفهم ما يطرأ على الأشعة الشمسية قصيرة الموجه عندما تدخل الغلاف الغازى للأرض، نفترض أن مائة وحدة من الطاقة الإشعاعية الشمسية وصلت إلى الحد الخارجى للغلاف الغازى فإن ٦% منها تتشتت وترتد فى الفضاء الخارجى بواسطة الغبار، و٢١% منها يرتد بواسطة السحب و٦% أخرى يرتد من سطح الأرض. وجملة الأشعة المرتدة إذن تبلغ ٣٣% من جملة الأشعة القادمة، وهى ما تعرف بالألبيدو الأرضى Albedo** .

وجدير بالذكر أن الأجسام ذات الألوان الفاتحة مثل الثلج Snow والجليد Ice والسحب والرمال الكلسية البيضاء وغيرها تعكس نسبة أكبر من الأشعة الساقطة عليها مقارنة بالأجسام الداكنة مثل التربة الطمية والنبات الكثيف والأسطح المرصوفة وغيرها. ويقدر بأن الجليد - الغطاءات الجليدية - يعكس ٦% من جملة الألبيدو الأرضى. كما يتضح بالشكل رقم (٣) الحرارة فى الغلاف الجوى.

---

* وهى عبارة عن مجموعة من الأشعة تتمثل فى أشعة أكس X Rays - وأشعة جاما والأشعة فوق البنفسجية ويتراوح طول موجاتها بين ٠,٠٠٠٥ - ٠,٠٠١ ميكرون لكل من أشعة أكس وجاما وبين ٠,٢ - ٠,٤ ميكرون للأشعة فوق البنفسجية Ultra Violet Rays وهناك الأشعة الضوئية المرئية وتمثل ٤١% من مجموع الأشعة الشمسية وتتراوح أطوال موجاتها بين ٠,٤ - ٠,٧ ميكرون، ثم الأشعة الحرارية المعروفة بالأشعة تحت الحمراء Infra Red Rays وتمثل ٥٠% من جملة الأشعة الشمسية وتبلغ سرعة انتشارها باتجاه الأرض معدل ٣٠٠ ألف كم / ثانية (سرعة الضوء) .

** الألبيدو Albedo عبارة عن نسبة الأشعة المرتدة أو المنعكسة Reflected Rays إلى جملة الأشعة التى يستقبلها السطح .



شكل (٣) الحرارة فى الغلاف الجوى

١-إشعاع شمسى (قصير الموجه) يتخلل تجاه الأرض بسهولة نسبيه، بعضه يمتص مباشرة بواسطة السحب، والبعض الأخر يرتد فى الفضاء .

٢-إشعاع أرضى (طويل الموجة) أقل قدرة فى تخلله للسحب والغبار، ومن ثم جزء من الحرارة يحتجز قرب الأرض.

٣-تسخين أكثر سرعة قرب سطح الأرض بواسطة الإشعاع الأرضى والتوصيل الحرارى، ومن ثم يصعد الهواء، ومن ثم يتم تسخين الهواء العلوى ببطء بالاختلاط .

ويمتص الغبار العالق بالجو ١٦% بينما يمتص بخار الماء ٤% فقط وهما يتركزان فى الطبقة السفلة من الغلاف الغازى – التروبوسفير – وعادة ما تكون الأشعة الممتصة عن طريقها أطول من ميكرون واحد .

وهكذا نجد أن ٣٣% من الأشعة الشمسية القادمة إلى الأرض ترتد إلى الفضاء، و٢٠% تمتص بواسطة الغبار وبخار الماء ليتبقى ٤٧% منها هى حصيلة ما يصل إلى سطح الأرض من أشعة تتراوح أطوال موجاتها ما بين ٠,٤ - ٠,٧ ميكرون، يعاد منها ٢٠% فى شكل أشعة ذات موجات طويلة، تتبعها نسبة قدرها ٢٧% تنعكس (ترتد) ثانية فى شكل طاقة حرارية . (Wilcocky, D, p980)

وجدير بالذكر أنه لولا وجود بخار الماء مع ثانى أكسيد الكربون فى الطبقة السفلى من الغلاف الغازى لتبددت الأشعة الحرارية ذات الموجات الطويلة فى طبقات الجو العليا و الفضاء،ولكانت حرارة الأرض تنخفض درجتها إلى -٤٥ مئوية بدلا" من وضعها الحالى البالغ ١٢°م، حيث تستقبل الأرض إشعاعاً عكسياً (مرتداً) من ذرات بخار الماء وثانى أكسيد الكربون، لتعيده بالارتداد نحو الغلاف الغازى ثم تستقبله ثانية ويستمر الحال بهذه الصورة المتكررة .

وتسمى عملية امتصاص الموجات الإشعاعية الطويلة فى الجزء الأسفل من الغلاف الغازى بتأثير الاحتباس الحرارى أو ما يعرف بتأثير الصوبات الزجاجية* Green House Effect.

ب-التغير الرأسى للحرارة :

من المتعارف عليه أن درجة الحرارة تتناقص بالارتفاع بمعدل تقريبى يبلغ درجة واحدة كلما ارتفعنا ١٥٠ متراً، ويرجع هذا الانخفاض فى درجات الحرارة بالارتفاع لأسباب رئيسية تتمثل فى كون حرارة الهواء تتسبب عن الأشعة الحرارية الأرضية المنبعثة من سطح الأرض (الإشعاع الأرضى)، إلى جانب ما ينطلق من بخار الماء من حرارة كامنة Latend Heat عند تعرضه للتكاثف عند وصول درجة الحرارة إلى نقطة الندى أو دونها. كذلك من الأسباب الأخرى انتشار الغبار والعوالق الأخرى فى الطبقة السفلى من الغلاف الغازى - الطبقة الحدية - والتى تقوم بامتصاص جزء كبير من أشعة الشمس حيث تؤدى دور اليابس فى امتصاصه للحرارة وإعادة انتشارها بشكل متتابع، كذلك فإن تخلخل الهواء بالاتجاه إلى أعلى وانخفاض ضغطه يعمل على انخفاض درجة حرارته (فهمى هلالى، المرجع السابق، ص١١٠) .

---

*ترجع هذه التسمية إلى أن بخار الماء H_2O وثانى أكسيد الكربون يشبهان الزجاج فى خاصية امتصاص للأشعة قصيرة الموجه، مع منعه لتسرب الأشعة الطويلة الموجات. وسوف نذكر بالتفصيل فى الفصل السابع.

ويختلف معدل انخفاض درجة الحرارة بالارتفاع أو ما يعرف بالتبريد الذاتى Adiabatic فى حالة الهواء الرطب عنه في حالة الهواء الجاف، فى الحالة الأولى يقل المعدل إلى ٠,٦درجة مئوية مع ارتفاع ١٠٠ متر، وفى الحالة الثانية يزيد معدل انخفاض درجة الحرارة من ٠,٦ لكل ١٠٠متر إلى درجة واحدة كل مائة أو كل ١٥٠ متراً . ويرجع ذلك إلى تأثير الحرارة الكامنة فى ذرات بخار الماء* فى تباطؤ الانخفاض الحرارى مع ارتفاع السطح عكس الحال مع الهواء الجاف .

ومن مظاهر التغير الحرارى الرأسى ظاهرة الانقلاب الحرارة وهو وضع عكسى لقاعدة انخفاض درجة الحرارة بالارتفاع – حيث يحدث أن ترتفع درجة الحرارة فى بعض المواضع مع ارتفاعنا عن مستوى سطح الأرض فى علاقة طردية**، ويرجع ذلك فى حالة حدوث تقابل تيار هوائى دافئ مع تيار هوائى بارد مما يؤدى إلى تصعيد للأول بسبب خفة وزنه (انخفاض كثافته) مقارنة بالتيار الهوائى البارد أو فى حالة زيادة فعالية الإشعاع الأرضى ليلاً عندما تكون السماء خالية من السحب، مما يؤدى إلى انخفاض واضح فى درجة الحرارة الملامسة لسطح الأرض أو القريبة منها بينما يصعد الهواء الدافئ إلى أعلى، كذلك ينتج الانقلاب الحرارى مع مرور هواء حار فوق أرض باردة بحيث يبرد الجزء الأسفل منه بالتلامس بينما يظل أعلاه دافئاً. أو قد يحدث ذلك نتيجة لظاهرة نسيم الجبل ليلاً باتجاه الأودية (هبوط هواء بارد نحو بطون الأودية مما يسبب شدة برودتها ليلاً) . كذلك قد يحدث عندما يكون السطح مغطى بالجليد، ويحدث فى المحيطات أعلى التيارات البحرية الباردة.

ج–انتقال الحرارة من خط الاستواء باتجاه القطبين :

إلى جانب الانتقال الرأسى للحرارة فإن هناك انتقال أفقى من العروض الدنيا إلى العروض العليا يمكن أن يتضح من السطور التالية.

---

* تقدر كمية الحرارة الكامنة التى تنطلق عندما يتكثف جرام واحد من بخار الماء بنحو ٥٧٠ سعر حرارى (المرجع السابق،ص١١١) .

** غالباً ما يحدث ذلك إلى مستوى معين لا يتعدى فى معظم الأحوال ١٠٠٠متر فوق مستوى سطح الأرض ثم تعاود درجات الحرارة بعد هذا المستوى إلى الانخفاض كلما ارتفعنا إلى أعلى وإلى جانب الأسباب المذكوره أعلاه – والتى تسبب الانقلاب الحرارى فإنه قد يحدث بسبب مرور تيارات بحرية باردة أمام السواحل يكون الهواء أعلاها أكثر دفئاً.

يحدث إلى الشمال من دائرة عرض ٤٠° شمالاً، وإلى الجنوب من دائرة عرض ٣٠°جنوباً حدوث نقص فى درجة الحرارة، بينما نجد فى العروض المدارية زيادة فى درجة الحرارة بسبب زاوية سقوط الأشعة الشمسية التى عادة ما تكون عمودية أو قريبة منها، بينما يزداد ميلها بالاتجاه نحو العروض الأعلى، وبالتالى تنقص درجة تركز الأشعة الشمسية وانتشارها على مساحة أوسع، إلى جانب أن عموديتها فى العروض الدنيا يجعلها تخترق سمكاً أقل من الغلاف الغازى مقارنة بالعروض العليا حيث تمر الأشعة الشمسية فى تلك العروض فى سمك أكبر مما يجعلها تتأثر بشكل أكبر بعمليات التشتت والارتداد الإشعاعى . ونتيجة لذلك يحدث تبادل أفقى لكل من الحرارة الكامنة والحرارة المحسوسة من العروض الدنيا (المدارية) Tropical Latitudes إلى العروض العليا.

يبدأ انتقال الطاقة الحرارية تجاه القطبين بالتسخين فى العروض المدارية بحيث يصعد الهواء فى هذه العروض حاملاً معه كميات كبيرة من الطاقة الحرارية الكامنة فى ذرات بخار الماء الذى تكون بسبب تسخين الأشعة الشمسية للأسطح المائية. وينتج عن عمليات التصعيد Convection فى العروض المدارية حدوث ضغط مرتفع فى الجزء العلوى من الغلاف الغازى وتحرك تيارات هوائية باتجاه الشمال وباتجاه الجنوب نحو العروض العليا. وعندما تغزو هذه التيارات الهوائية العروض الوسطى – فى طريقها نحو القطبين – الأقل فى درجة حرارتها، يتكثف بخار الماء وتخرج الحرارة الكامنة ونتيجة لذلك يمكن أن يسود الدفء فى العروض الوسطى والعليا .

د-اليابس والماء والطاقة الإشعاعية :

من المعروف أن اليابس يتم تسخينه بسرعة أكبر من الماء حيث أن اليابس يتميز بحرارته النوعية المنخفضة مقارنة بالماء ذو الحرارة النوعية المرتفعة* إلى جانب كون الماء مادة شفافه فإنه يتميز باختلاطه الدائم رأسياً وأفقياً بحكم كونه مادة سائلة مما يؤدى إلى توزيع الحرارة على مجال أكبر بكثير مقارنة باليابس والذى تبرد أسطحه بسرعة أكبر وذلك لأن كل الحرارة التى

---

*يقصد بالحرارة النوعية. الحرارة المطلوبة لرفع حرارة جرام واحد من المادة درجة مئوية واحدة، وعادة ما تكون الحرارة النوعية لليابس ٠,٦° م بينما فى الماء ١م، ومن ثم تكون قابلية اليابس لامتصاص الحرارة أكبر وأسرع من الماء وينقل هذا التأثير الحرارى إلى الهواء الذى يعلو كلا منهما.

يتلقاها تختزن قرب السطح، وعلى العكس من ذلك فإن الماء بحرارته النوعية المرتفعة يتم تسخينه بشكل بطئ* ويرجع ذلك إلى أن حركة المياه بفعل الأمواج والتيارات البحرية تعمل على خلط الماء أفقيا ورأسيا وكلما زاد اضطراب حركة المياه فى البحار كلما زاد بطء التسخين .

كذلك يوجد عامل آخر يؤدى إلى بطء تسخين مياه البحار والمحيطات يتمثل فى التبخر Evaporation الذى يصاحبه بالضرورة تبريد للماء، هذا إلى جانب انعكاس (ارتداد) جزء كبير من الحرارة القادمة إلى سطح الماء (فى البحار والمحيطات) مقارنة بما يتم فوق سطح اليابس، ومن ثم فإن الصورة النهائية تتمثل فى تسخين اليابس بسرعة وتبريده بسرعة على عكس الماء فى نفس العروض.

هـ- قياسات خاصة بالحرارة :

١) الترمومتر المئوى والفهرنهيتى :

هناك قياس بالترمومتر المئوى، ومقياس بالترمومتر الفهرنهيق، الأول مقسم إلى ١٠٠ درجة من الصفر (التجمد) حتى ١٠٠ (درجة غليان الماء) . والثانى مقسم من ٣٢° – ٢١٢ (١٨٠درجة).

ولكى يتم التحويل من مئوى إلى فهرنهيق وبالعكس نأخذ المثال الآتى :

–لتحويل ١٠°م إلى فهرنهيق نقوم بالعملية الحسابية البسيطة التالية :

١٠ × ١,٨ = ١٨ + ٣٢ (الصفر الفهرنهيق) = ٥٠° ف .

أى أن ١٠°م = ٥٠° ف

والعكس (أى للتحويل من فهرنهيق إلى مئوى نطرح ٣٢ من ٥٠ ليتبقى ١٨ ثم نضرب ١٨ × $\frac{٥}{٩}$ = ٩٠ ÷ ٩ = ١٠°م .

مع ملاحظة أن المقياس الفهرنهيق يؤخذ به فى بريطانيا ومعظم الدول المرتبطة بها؛ بينما يؤخذ بالقياس المئوى فى معظم دول العالم .

* يلاحظ ذلك عندما نعرف أن وعاء الماء المعدنى يتم تسخينه بسرعة تفوق كثيراً سرعة تسخين ما يحتويه من ماء داخلة عند وضعه على النار .

٢)المتوسط اليومى للحرارة Daily Mean :

= درجة الحرارة العظمى لليوم + درجة الحرارة الصغرى لنفس اليوم
٢

٣)المتوسط الشهرى لدرجة الحرارة = مجموع المتوسطات اليومية
عدد أيام الشهر

٤)المتوسط الشهرى للحرارة العظمى = مجموع درجات الحرارة العظمى اليومية للشهر
عدد أيام الشهر

٥)المتوسط الشهرى للحرارة الصغرى = مجموع درجات الحرارة الصغرى اليومية فى الشهر
عدد أيام الشهر

٦)المتوسط الحرارى السنوى Annul mean = مجموع متوسطات الحرارة الشهرية للسنة
١٢(عدد شهور السنة)

٧)المدى الحرارى اليومى Daily Range of Temperature :

= أعلى درجة حرارة فى اليوم – أدنى درجة حرارة لنفس اليوم.

٨)المدى الحرارى السنوى Annual Range of Temp :

=متوسط حرارة اعلى الشهور – متوسط حرارة أقل الشهور حرارة.

٩)درجة الحرارة العظمى المطلقة :

أعلى درجة تم قياسها بالترمومتر لمكان معين خلال سنوات و عادة ماتسجل صيفا" وأثناء النهار.

١٠)درجة الحرارة الدنيا المطلقة :

أدنى درجة حرارة سجلها الترمومتر لمنطقة ما خلال مدة زمنية معينة وعادة ما تسجل ليلا" خلال الشتاء

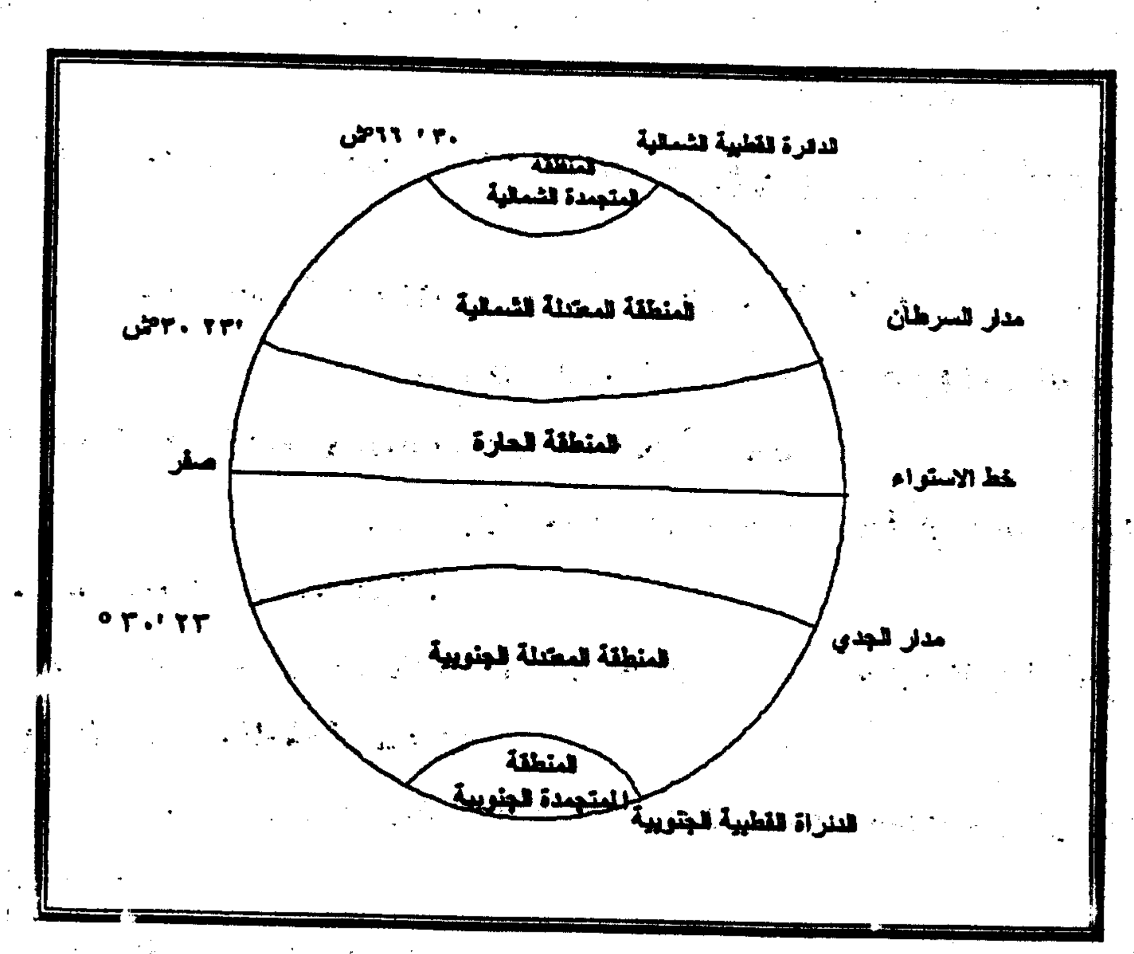
١١)قياس الأشعة الشمسية :

تقاس حرارة إشعاع الشمس بواسطة جهاز الاكتينوميتر Actinometer، وهو عبارة عن ترمومترين أحدهما تغطى فقاعته باللون الأسود و الثانى تترك فقاعته لامعة بيضاء يتم أحاطتها

بعلامتين زجاجتين مفرعتين من الهواء ثم يتعرضان لأشعة الشمس مباشرة ثم تسجل قراءة كل منها،و من جداول خاصة يمكن الحصول كمية الأشعة الشمسية .

و-النطاقات الحرارية الرئيسية في العالم:

يوجد خمسة نطاقات حرارية رئيسية على سطح الأرض تتمثل فيما يلى كما يظهر ذلك من الشكل رقم (٤) .



شكل(٤) النطاقات الحرارية في العا لم

١)نطاق الحرارة المرتفعة :

. تمتد على جانبى خط الاستواء Equator من مدار السرطان شمالا" حتى مدار الجدى جنوبا" ومتوسط درجة الحرارة السنوى به يزيد على ٢٠ درجة مئوية .

٢)النطاق المعتدل الشمالى :

تمتد فيما بين مدار السرطان ٢٣,٥ْ فى الجنوب و الدائرة القطبية الشمالية (٦٦,٥ْ) ويتراوح متوسط الحرارة السنوى به ما بين ١٠ و ٢٠ درجة مئوية .

٣)النطاق المعتدل الجنوبى :

يناظر النطاق السابق حيث تمتد فيما بين مدار الجدى Capricorn (٢٣,٥ْجنوبا) باتجاه الدائرة القطبية الجنوبية (٦٦,٥ْجنوبا) ويماثل السابق فى متوسطه الحرارى السنوى .

٤)النطاق القطبى الشمالى (البارد):

ويعرف بالمنطقة المتجمدة الشمالية، وينحصر بين الدائرة القطبية الشمالية (٦٦,٥ْشمالا) ونقطة القطب (٩٠ْ شمالا)، ودرجة حرارته أقل من ١٠ درجات (كمتوسط سنوى).

٥)النطاق القطب الجنوبى (البارد):

يناظر النطاق القطبى الشمالى فى امتداده و فى متوسط درجة حرارته السنوى ويعرف بالمنطقة المجمدة الجنوبية .

ز-خطوط الحرارة المتساوية Isotherms :

عبارة عن خطوط وهمية تصل بين المناطق المتساوية فى درجة الحرارة بعد تعديلها لمستوى سطح البحر*.

وهناك خطوط الحرارة المتساوية شتاء" وصيفا" وذلك على مستوى العالم (سطح الكرة الأرضية).

---

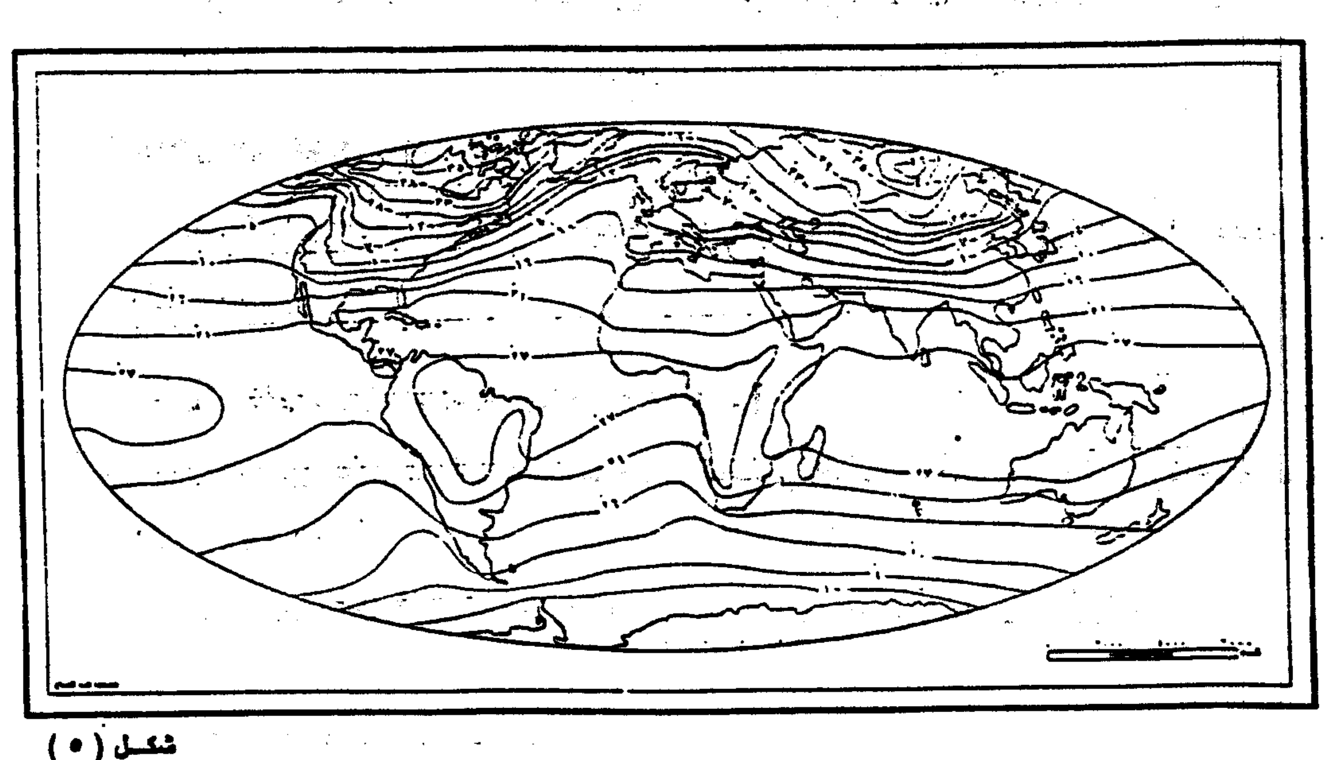
* بمعنى تعديل لدرجة الحرارة لموقع ما بافتراض وقوعه عند مستوى سطح البحر فإذا ما كان الموقع على منسوب ٣٠٠متر يضاف إليه درجتان وذلك باعتبار أن كل ١٥٠ متراً ارتفاعا تنخفض درجة الحرارة درجة مئوية واحدة .

وتتميز خطوط الحرارة المتساوية بشكل عام بعدة خصائص تتمثل فيما يلى :

١) تمتد خطوط الحرارة المتساوية بشكل عام من الشرق إلى الغرب فى موازاة دوائر العرض مع تزايد قيمتها بالاتجاه نحو خط الاستواء .

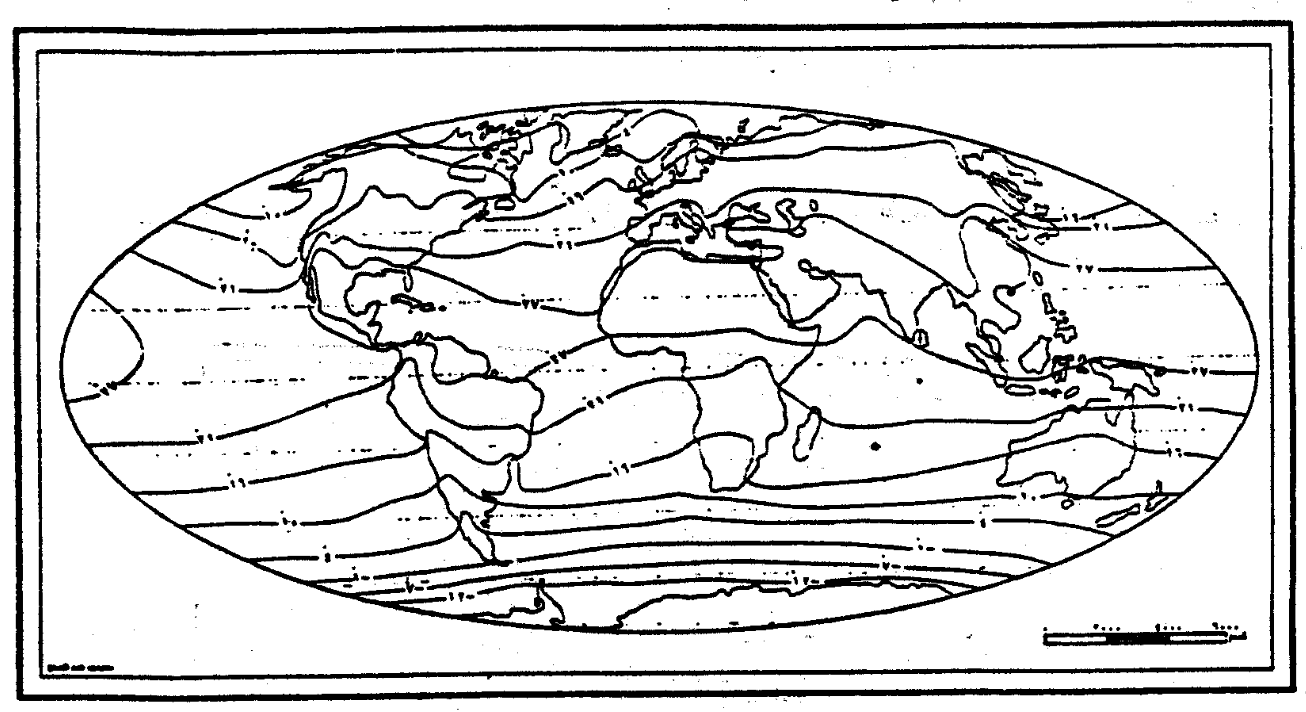
٢) تتميز خطوط الحرارة المتساوية بانحنائها نحو القطبين شرق القارات حيث التيارات الدافئة مثل تيار الخليج الدافئ فى المحيط الأطلنطى وخليج كيوشو بالمحيط الهادى (أمام سواحل اليابان الشرقية). كما أنها تنحرف فى العروض الوسطى باتجاه خط الاستواء لسواحل غرب القارات مثلما الحال أمام ساحل غرب أفريقيا حيث تيار كناريا البارد .

٣) تتميز خطوط الحرارة المتساوية بتجانسها الواضح فى نصف الكرة الجنوبى، وذلك بسبب الزيادة الكبيرة فى نسبة الماء (المحيطات) مقارنة باليابس الضيق . ويوضح الشكلان (٥) و (٦) خطوط الحرارة المتساوية على سطح الكرة الأرضية، الأول يوضح امتداد خطوط الحرارة المتساوية لشهر يناير والثانى لشهر يوليو .



شكل (٥)

متوسط درجات الحرارة السطحية لشهر يناير



شكل (٦)

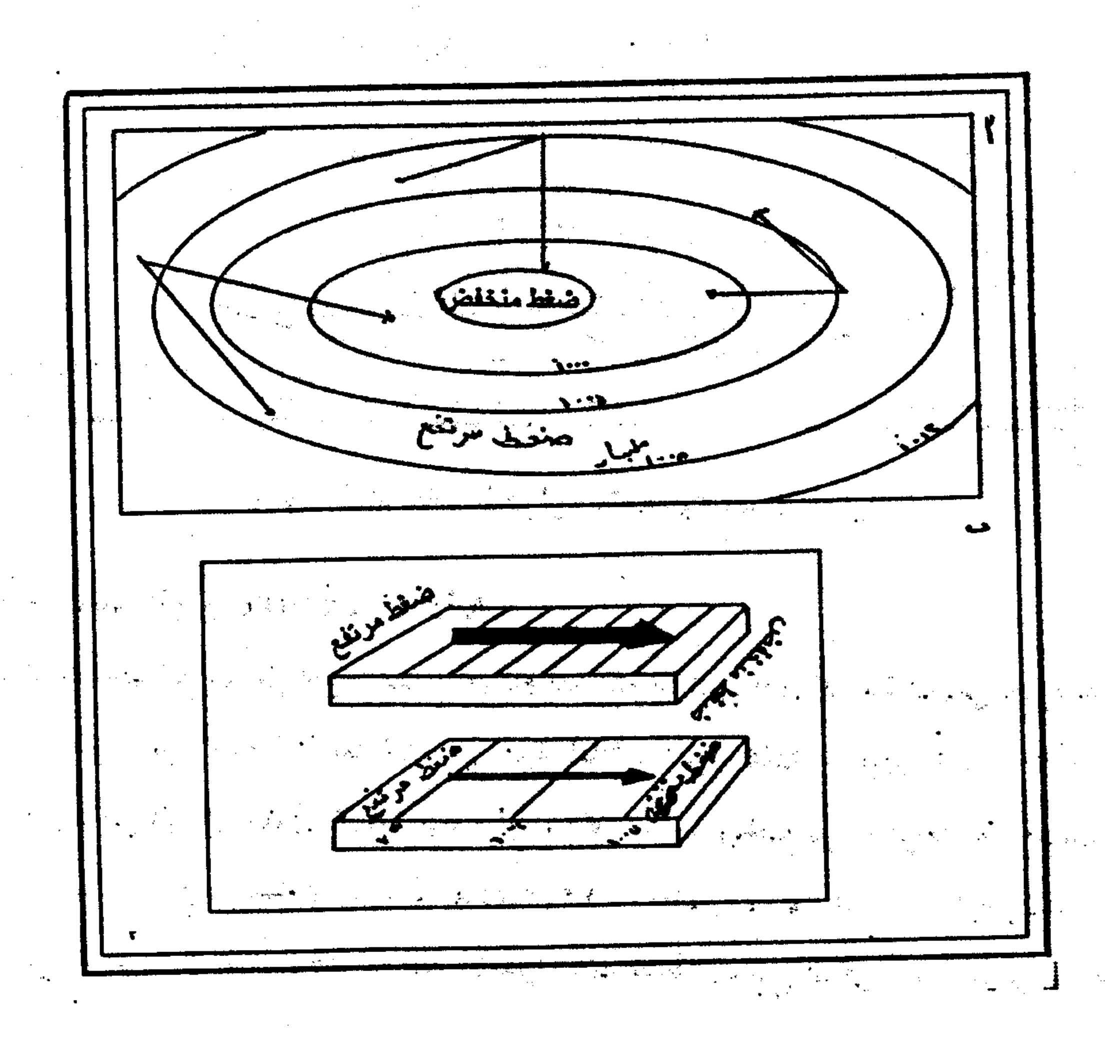
متوسط درجات الحرارة السطحية لشهر يوليه

ثانياً-الضغط الجوى Air Pressure :

يقصد بالضغط الجوى ثقل الهواء على الأجسام المختلفة أو بمعنى أدق إمكانية القياس عبارة عن وزن عمود الهواء على البوصة المربعة ممتداً حتى نهاية الغلاف الغازى بمقدار يساوى ١٤,٧رطلاً، بما يساوى عمود من الزئبق بطول ٢٩,٩ بوصة أو ٧٦٠ ملليمتر (بمقطع بوصة مربعة) مع قياس الضغط بوحدة البار حيث يساوى الضغط العادى١٠١٣,٢ ملليبار، وذلك درجة الحرارة (صفر م) عند دائرتى عرض ٤٥ْ شمالاً، وجنوب خط الاستواء عند مستوى سطح البحر (عبد العزيز عبد اللطيف، المرجع السابق ،ص ٥٤) .

ويختلف الضغط الجوى من منطقة إلى أخرى على سطح الأرض وعادة لا يزيد الضغط الجوى المرتفعHigh Pressure على ١٠٤٠ ملليبار، ونادراً ما يقل الضغط الجوى المنخفض عن٩٦٠ملليبار، ومن ثم فإن الفارق فى الضغط لا يقل أكثر من ٨% من متوسط الضغط الجوى،

وهذا ما يجعله غير كاف لتحريك الهواء حركات أفقية كبيرة على سطح الأرض وذلك بدون تأثير عوامل أخرى؛ ففى مناطق الضغط الجوى المرتفع وأضداد الأعاصير؛ يؤدى ثقل الغلاف الغازى إلى إجبار الهواء على التفرق عند مستوى سطح الأرض و تحركه نحو مناطق الضغط الجوى المنخفض المحاطة بمناطق الضغط الجوى المرتفع مناطق لتلاقى الرياح قرب سطح الأرض، تعتمد فيها سرعة الرياح على درجة الانحدار الباروميترى*، والعكس مع تباعد خطوط تساوى الضغط عن بعضها.



شكل (٧) تأثر اتجاه الرياح باختلاف الضغط الجوى

*درجة اقتراب خطوط الضغط المتساوى من بعضها أو درجة ابتعادها عن بعضها .

حيث تتجه الرياح مع طول التدرج البارومترى من الضغط المرتفع إلى المنخفض*، كما يظهر ذلك من الأسهم المتقطعة ولكنها تنحرف على يمين اتجاهها فى نصف الكرة الشمالى وعلى يسار اتجاهها فى نصف الكرة الأرضية الجنوبى، ومن ثم فإنها تهب بانحراف بشكل التفافى عبر خطوط الضغط المتساوية Isobars، حيث يميل اتجاه الضغط المنخفض و تزداد قوة مع شدة التقارب خطوط الضغط المتساوية أو العكس مع تباعدها (الشكل السابق رقم ٧).

وينتج الضغط الجوى المرتفع عادة بسبب انخفاض حاد فى درجة الحرارة على عكس الحال مع الضغط المنخفض ومن ثم فإن تباين خصائص اليابس والماء واختلاف حرارتهما النوعية يلعب دوراً فى حدوث اختلافات الضغط الجوى على سطح الكرة الأرضية. كما قد يؤدى صعود الهواء عند الدائرتين القطبيتين الشمالية والجنوبية إلى حدوث ضغط منخفض، وهكذا نرى سبباً ديناميكياً وليس حرارياً كما أن هبوط الهواء عند دائرة عرض ٣٠° شمالا" وجنوباً تقريبا يعود إلى أسباب دينامكية أيضاً.

وعادة ما ينخفض الضغط الجوى حيث يقل الضغط الجوى بالارتفاع وذلك بسبب تناقص سمك الغلاف الجوى وقلة كثافة الهواء . ويقدر بأن الضغط ينخفض مللبيار واحد كل ١٠ أمتار فى اتجاه رأسى حتى ارتفاع ٣كم . ويبدأ المعدل يقل بعد ذلك بحيث إذا كان الضغط الجوى عند سطح البحر ١٠٠٠ مللبيار يصبح ٧١٣ مللبيار عند منسوب ٣كم و٥٠٣ مللبيار عند منسوب ٦كم (نحو نصف مقدار تقريباً) كما أنه تنخفض إلى ١٤٣مللبيار عند منسوب ١٥كم (فهمى هلالى،المرجع السابق ، ص١٢٤).

ونلاحظ من الشكل التالى رقم (٨) انخفاض الضغط الجوى إلى ٣٤٧ مللبيار عند قمة إفرست على منسوب ٣٠ ألف قدم ثم إلى ١١٨ مللبيار فقط عند منسوب ٥٠ ألف قدم وهكذا إلى أن يختفى الضغط تقريباً أعلى من ١١٠ الاف قدم .

*يقاس الضغط الجوى بواسطة البارومتر الزئبقى أو البارومتر المعدنى كما يسجل بواسطة الباروجراف ووحدة المليبار هى وحدة القياس وتعادل ٠,٧٣٥ من المليمتر كما تبلغ ٠,٠٠١ من البار .

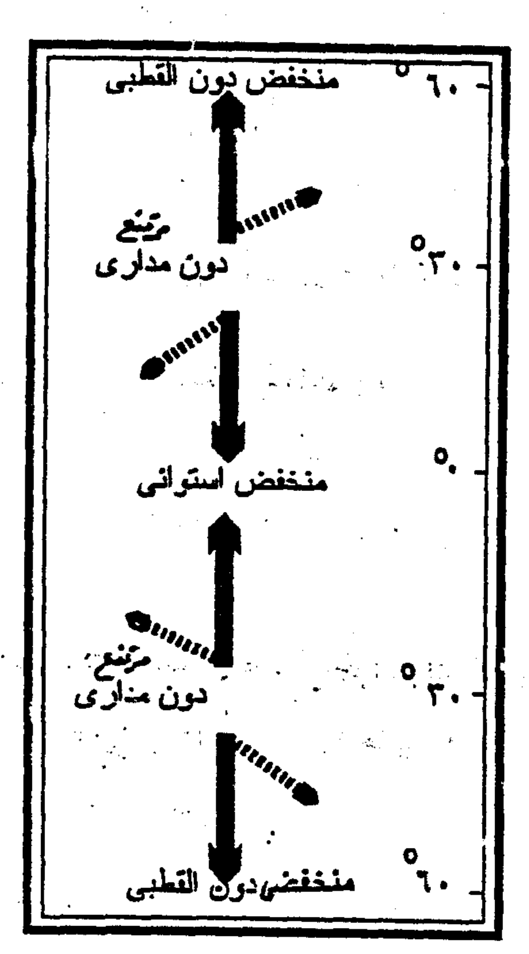
الضغط بالمليبار		الارتفاع بالقدم
	طائرة أسرع من الصوت	١٢٠,٠٠٠
		١١٠,٠٠٠
١٧	بالون رصد	٩٠,٠٠٠
٤٧		٧٠,٠٠٠
١١٨		٥٠,٠٠٠
٣٤٧		٣٠,٠٠٠
	أعلى منسوب	٢٠,٠٠٠
	سحابة مزن ركامي	١٠,٠٠٠
١٠١٣ مليبار		

شكل (٨) انخفاض الضغط الجوى بالارتفاع

أ) التوزيع الأفقي للضغط الجوي :

يفترض في التوزيع النظرى للضغط الجوى على سطح كوكب الأرض وجود تجانس كامل للسطح إما يابس كله أو ماء كله وهو أمر غير حقيقى لا يتمشى مع التوزيع الحقيقى الذى يختلف أساساً بين الصيف و الشتاء ويختلف على اليابس عنه على الماء، وكذلك فى مناطق السهول مقارنة بالقمم و الأسطح الهضبية المرتفعة .

و فيما يلى إيجاز للتوزيع النظرى تسهيلا" للفهم و هو على النحو التالى شكل رقم (٩) :



شكل (٩)التوزيع النظرى للضغط الجوى على سطح الكرة الأرضية

١ -نطاق الضغط المنخفض الاستوائى (الرهو) Doldrum :

يمتد فيما بين درجتى عرض ٥ شمال وجنوب خط الاستواء وهو نطاق ارتفاع لدرجة الحـرارة طوال العام مع تصعيد للهواء الساخن .

٢ -منطقة الضغط المرتفع فى الثلاثينات :

تتميز بهبوط الهواء و يشغل النطاقات مابين ٢٥ ْ و ٣٠ ْ شمالاً وجنوباً، وتخـرج منـه الريـاح التجارية الشمالية الشرقية فى نصف الكرة الشمالى باتجاه منطقة الرهو الاستوائى كما تخرج منـه الرياح الشمالية الشرقية التجارية فى نصف الكرة الجنوبى باتجاه خط الاسـتواء لتتقابـل الريـاح

التجارية الشمالية فى نطاق الرهو الاستوائى . كذلك تخرج منها الرياح العكسية الغربية فى نصف الكرة باتجاه نطاقى الضغط المنخفض دون القطبى الشمالى والجنوبى،كما ستتضح تفصيلا فيما بعد.

٣- نطاق الضغط المنخفض دون القطبى

يمتد فيما بين دائرتى عرض ٦٠-٦٥° شمالا" و جنوبا" فى نصف الكرة الأرضى الشمالى والجنوبى.

٤- نطاق الضغط المرتفع القطبى فى نصف الكرة الشمالى و الجنوبى .

ب- التوزيع الفعلى لنطاقات الضغط الجوى :

نظراً لاختلاف خصائص اليابس والماء فى اكتساب وفقد الحرارة، ونظراً لتباين تضاريس سطح الأرض فإن التوزيع الأفقى لمناطق الضغط الجوى على سطح كوكب الأرض يختلف خاصة ما بين فصلى الشتاء والصيف .

وجدير بالذكر أن النطاقات الخاصة بالضغط الجوى وفقاً لتوزيعها النظرى تتعرض للتغير الفصلى؛ كما أنها تتزحزح جنوباً أو شمالاً فى حدود ما بين ٥ و ١٠ درجات عرضية، وذلك تمشياً مع حركة الشمس الظاهرية بين المدارين .

١) التوزيع الفعلى للضغط الجوى خلال الشتاء الشمالى :

استمرارية نطاق الضغط المنخفض الاستوائى على اليابس والماء مع تزحزحه باتجاه الجنوب مع حركة الشمس الظاهرية .

اتصال نطاق الضغط المرتفع (عروض الخيل) فى الثلاثينات بنصف الكرة الشمالى نتيجة لانخفاض درجة الحرارة على اليابس واتصاله على طول اليابس الأفريقى باتجاه الشرق نحو ثلاثينات القارة الأسيوية ونفس الشئ فى نفس العروض بأمريكا الشمالية .

تقطع نطاق الضغط المرتفع فى عروض الثلاثينات فى نصف الكرة الجنوبى بسبب تسخين اليابس مع حركة الشمس نحو الجنوب وتمركز الضغط المرتفع فوق نطاقين مائيين بالمحيطين الهادى والأطلنطى.



شكل (١٠) الضغط الجوى خلال فصل الشتاء الشمالى

تقطع نطاق الضغط المنخفض دون القطبى فى نصف الكرة الشمالى نتيجة برودة اليابس وتمركزه فى موضعين؛ أحدهما يعرف بالمنخفض الألوشى شمالى المحيط الهادى والأيسلندى المنخفض شمال الأطلنطى يفصلهما نطاق من ضغط مرتفع فوق اليابس فى عروض الستينات .

تواصل واستمرار نطاق الضغط المنخفض دون القطبى فى نصف الكرة الجنوبى لسيادة الماء وشبه تجانس حرارى على طول امتداده ما بين دائرتى عرض ٦٠ و ٦٥ْ جنوباً، وذلك مع حركة الشمس الظاهرية جنوباً .

استمرار منطقتى الضغط المرتفع القطبى فى نصف الكرة الأرضية الشمالى والجنوبى .

٢) الضغط الجوى خلال فصل الصيف :

استمرارية الضغط المنخفض الاستوائى مع تزحزحه شمالاً .

تقطع الضغط المرتفع فى الثلاثينات بنصف الكرة الشمالى وتمركز الضغط المرتفع فى موضعين رئيسيين بالهادى والأطلنطى (هاواى والأزورى المرتفع)، وذلك نتيجة لتسخين اليابس مقارنة بالمسطحات المائية فى نفس العروض .

استمرارية الضغط المرتفع فى ثلاثينات نصف الكرة الجنوبى نتيجة لانخفاض درجة الحرارة على اليابس واتساع مجاله .

اتساع نطاق الضغط المنخفض دون القطبى فى نصف الكرة الشمالى بسبب ارتفاع نسبى فى درجة حرارة اليابس .

استمرار الضغط المرتفع الدائم حول القطبين الشمالى والجنوبى . شكل رقم (١١) الذى يوضح توزيع الضغط الجوى خلال فصل الصيف .



شكل (١١) الضغط الجوى خلال فصل الصيف الشمالي

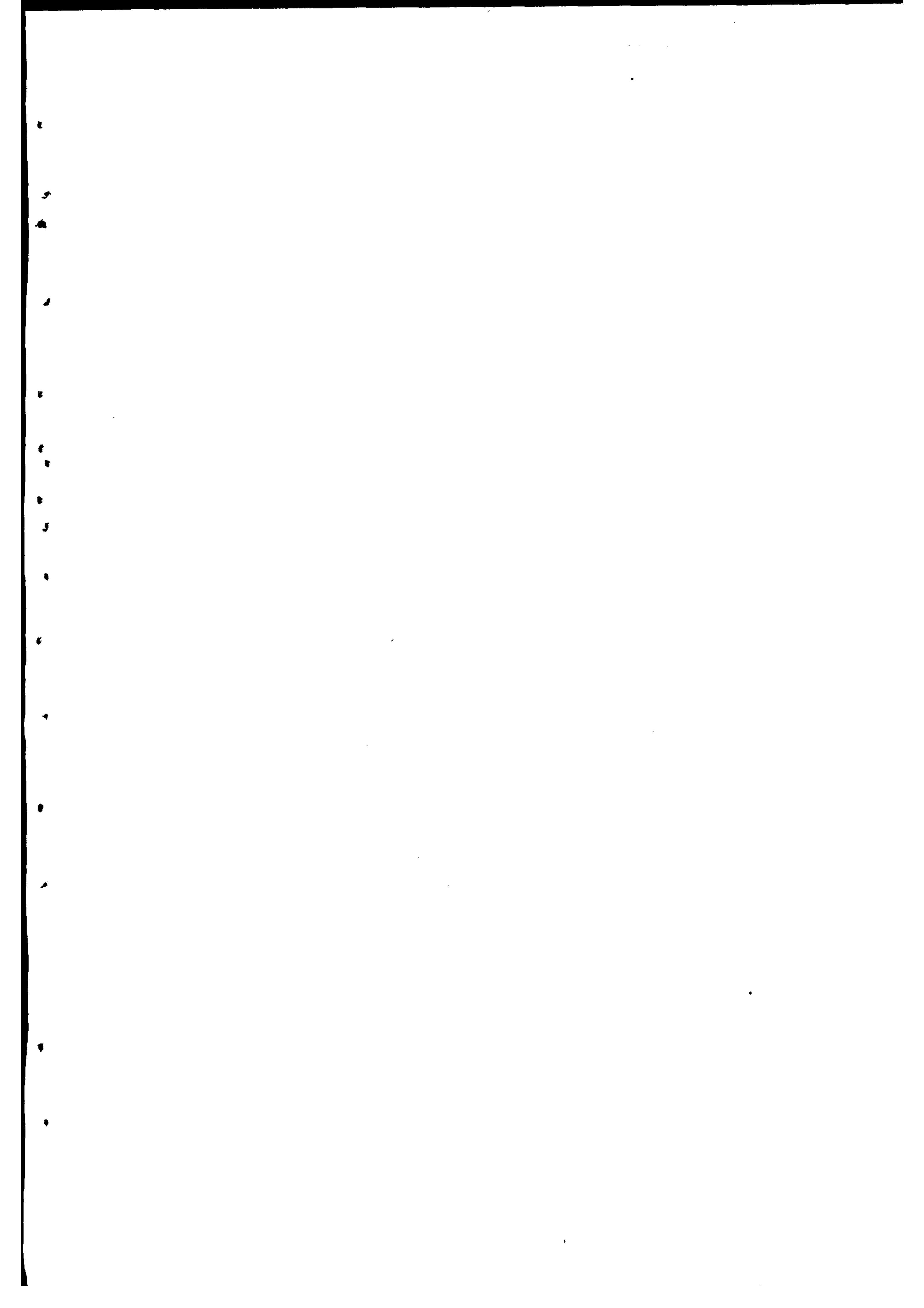
جـ-خرائط توزيع الضغط المتساوى :

ترسم من خلال توصيل خطوط وهمية فيما بين المحطات الخاصة بالأرصاد الجوية بحيث يوضع على كل موقع محطة منها درجة الضغط الجوى الخاصة بها بحيث تظهر على الخريطة فى شكل خطوط تماثل خطوط الحرارة المتساوية Isotherms وغيرها من خطوط التساوى؛ وهى هنا تعرف بخطوط الضغط المتساوى Isobars مع الأخذ فى الاعتبار تعديلها تبعاً للارتفاع عن مستوى سطح البحر حيث تتناقص بمعدل ثابت وذلك فى نطاق التروبوسفير القريب من سطح الأرض وهو ٣٠ملليبار لكل ٩٠٠ قدم (آمال إسماعيل شاور ومحمود دياب، ١٩٩١ ، ص ٣٣٩) .

كما ينخفض الضغط الجوى بشكل متسارع فى الطبقات العليا كما اتضح ذلك من الشكل رقم (٨) .

الفصل الثالث

الرياح



مقدمة:

الرياح عبارة عن هواء متحرك حركة أفقية فوق سطح الأرض، وإذا ما كانت الرياح قريبة من سطح الكرة الأرضية فتكون رياح سطحية وإذا ما كانت بعيدة باتجاه الطبقات العليا فتعرف بالرياح العليا .

و تتأثر الرياح بثلاثة عوامل تتمثل فى اختلاف توزيع الضغط الجوى على سطح الكرة الأرضية ودوران الأرض Earth Rotation و الاحتكاك Friction .

بالنسبة لاختلاف توزيع الضغط على سطح الأرض نجد أن الرياح عادة ما تتحرك من مناطق الضغط المرتفع الطاردة للرياح باتجاه مناطق الضغط الجوى المنخفض التى تمثل مناطق لتلاقى الرياح قرب سطح الأرض تعتمد فيها سرعة الرياح -كما ذكرنا- على درجة الانحدار البارومترى والعكس مع تباعد خطوط الضغط المتساوى Isobars عن بعضها .

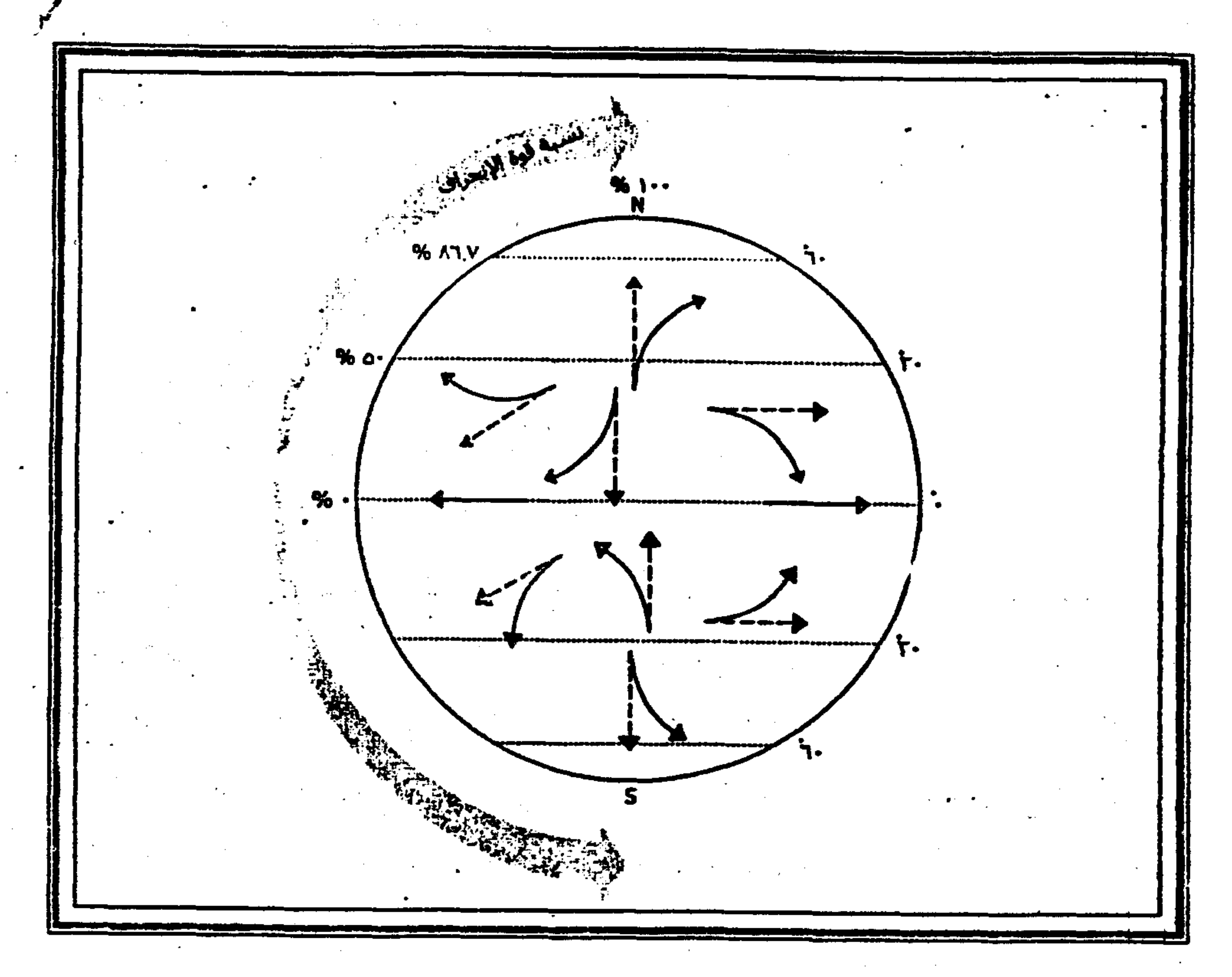
أما عن أثر دوران الأرض (قوة كريولى Coriolis Force) فنجد أن الرياح كان يمكن أن تتحرك من مناطق الضغط الجوى المرتفع باتجاه مناطق الضغط الجوى المنخفض فى شكل خطوط مستقيمة متعامدة مع خطوط الضغط المتساوى،ولكنها فى حقيقة الأمر لا تتحرك بهذا الشكل فوق سطح الأرض حيث أنها تهب فى موازاة خطوط الضغط المنخفض كما أتضح سابقا" شكل رقم (٧ أ ب).

كما يوضح الشكل رقم (١٢) انحراف الرياح بسبب دوران الأرض .

ويرجع اتجاه الرياح نحو مناطق الضغط المنخفض بشكل مائل إلى قوة أو مفعول كريولى* الناتج بدوره بسبب دوران الأرض من الغرب إلى الشرق،ويزداد هذا الأثر قوة مع زيادة سرعة الرياح .

---

*تختلف درجة انحراف الرياح بفعل دوران الأرض باختلاف درجة العرض، حيث يكون التناسب بينهما طردياً باتجاه القطبين، بينما لا يظهر أثر للانحراف عند خط الاستواء، وتنحرف الرياح على يمين اتجاهها فى نصف الكرة الشمالى وعلى يسار اتجاهها فى نصف الكرة الجنوبى. ومن المعروف أن الرياح تدور بسرعة ١٧٥٣ كم/ساعة عند خط الاستواء مع انخفاض تدريجى فى سرعة الدوران باتجاه القطبين.



شكل (١٢) انحراف الرياح العامة بسبب دوران الأرض

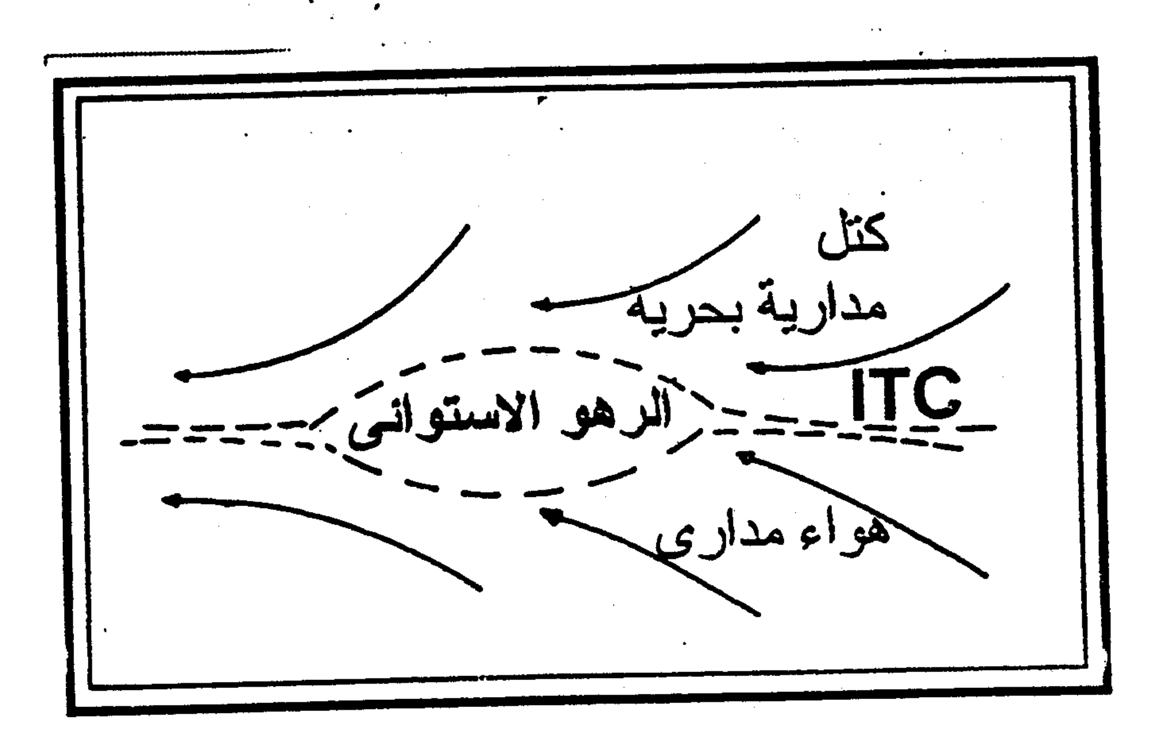
والاحتكاك يؤثر على سرعة الرياح،وخاصة عند جزئها الأسفل،ويلعب متضافراً مع قوة كريولى دوره فى انحراف الرياح وهبوبها بميل على خطوط الضغط المتساوى؛ أو مثلها على سطح الأرض (اليابس بنحو ٣٠ درجة تقل فوق سطح البحر إلى ١٥ درجة فقط)،ويرجع ذلك إلى ضعف عملية الاحتكاك بمياه البحر مقارنة باليابس .

أولا- الدورة العامة للرياح السطحية :

تهب الرياح السطحية من مناطق الضغط الجوى المرتفع دون المدارى نحو خط الاستواء مع انحرافها بسبب دوران الأرض إلى اليمين فى نصف الكرة الشمالى Northen Hemisphere وعلى

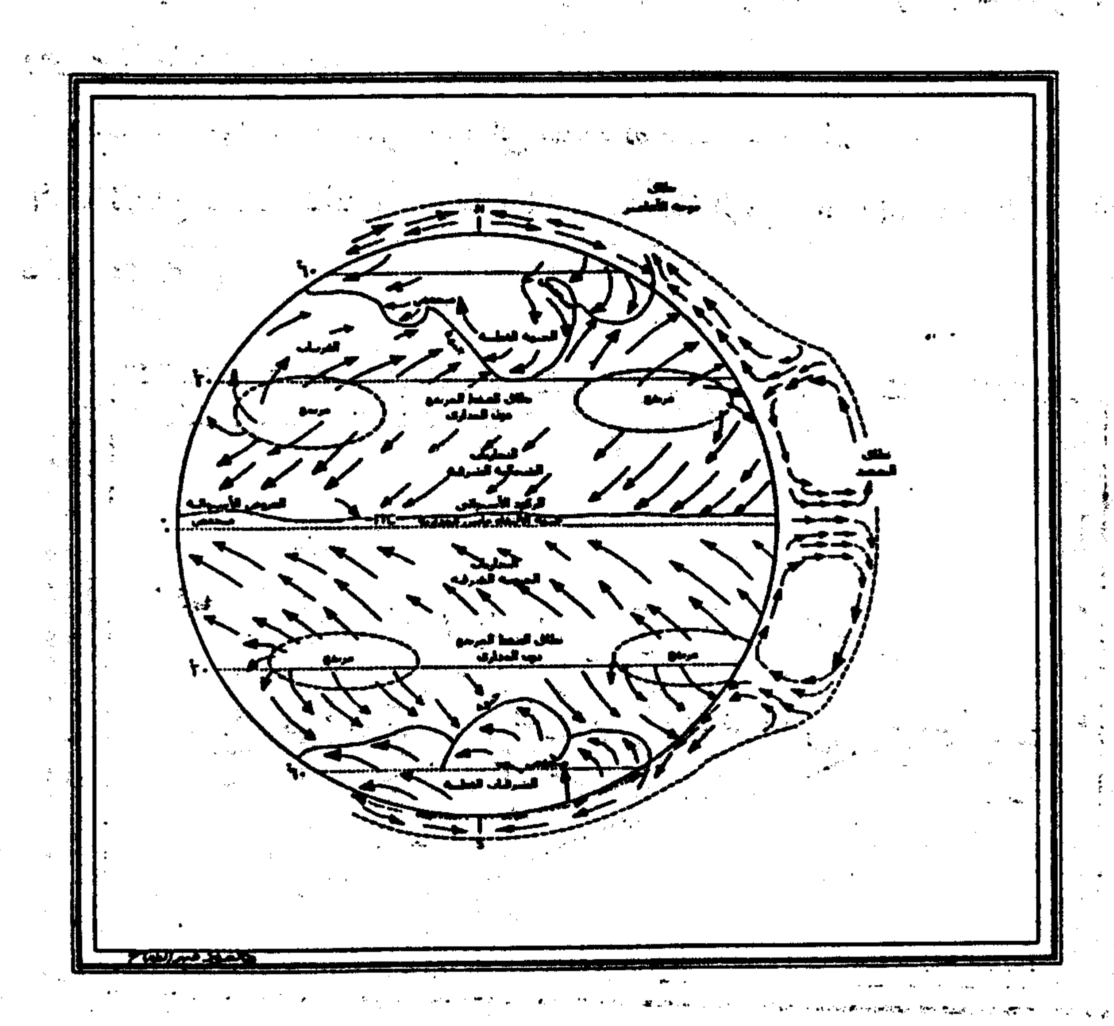
يسار اتجاها فى نصف الكرة الجنوبى،وهذه الرياح هى المعروفة باسم الريـــاح التجاريـــة الشـــمالية الشرقية فى نصف الكرة الجنوبى،ويلتقيان فى منطقة أو جهة الالتقاء المدارية - Inter -Tropical Convergence zone التى يتغير موضعها خلال السنة،حيث يتسبب التسخين الشـــديد لليـــابس قرب خط الاستواء فى حركة رأسية للهواء مما يؤدى إلى تكون نطاقاً للضغط المنخفض على طـــول امتداد خط الاستواء فيما يعرف المنخفض الاستوائى Equatorial Trough الذى يتغير موضعه تبعا لحركة الشمس الظاهرية فيما بين المدارين،مدار السرطان Cancer Tropic ومدار الجـــدى Capricon T. ،مع تحرك جبهة الالتقاء المدارية سابقة الذكر تبعاً لتغير موضع المنخفض الاستوائى؛ وهى عادة ما تتكون داخله .

وبســـبب كون المنخفـــض الاستوائى منطقة تصعيـــد شديد للهـــواء،فهنا تكـــون الحركـــة الأفقية للرياح ضعيفة بشكل واضح ما أضفى عليها صفة الرهو Doldrom أو الركود الاستوائى شكل رقم (١٣).



شكل (١٣) الرياح التجارية فى نطاق الرهو الاستوائى

ويحدث فى عروض الثلاثينات هبوط هوائى يؤدى إلى تكون مناطق الضغط الجوى المرتفع، وهنا يتحرك الهواء الهابط باتجاه خط الاستواء فيما يعرف بالرياح التجارية سابقة الذكر. كذلك تهب الرياح من عرض الثلاثينات باتجاه الشمال والجنوب بعيداً عن خط الاستواء فيما يعرف بغربيات العروض الوسطى Mid Latitude Westrlies، تتجه نحو الشمال الشرقى فى نصف الكرة الشمالى فيما يعرف بالرياح العكسية الغربية حيث عروض الستينات ذات الضغط المنخفض فى الشمال نحو الجنوب الشرقى فى نصف الكرة الجنوبى باتجاه دائرة عرض ٦٠° جنوباً، وتعرف هذه الرياح باسم الرياح الشمالية الغربية الشكل رقم (١٤).



شكل (١٤) دورة الرياح العامة

وجدير بالذكر أن التداخل بين اليابس و الماء فى نصف الكرة الشمالى يؤدى إلى اضطراب مسارات الرياح الغربية فى العروض الوسطى .

والغربيات بشكل عام رياح غير منتظمة و عنيفة عادة ما تصاحبها أعاصير Cyclones واضطرابات جوية وذلك لتباين خصائص الكتل الهوائية المتقابلة كما سيتضح ذلك بالتفصيل فيما بعد.

أما الرياح التى تهب من المناط القطبية Polar Winds ذات الهواء الهابط شديد البرودة إلى الخارج باتجاه الدائرتين القطبيتين فى نصفى الكرة الشمالى والجنوبى فإنها تنحرف باتجاه الغرب بشكل عام تشبه فى ذلك التجاريات، حيث تهب نحو الجنوب الغربى فى نصف الكرة الشمالى، ونحو الشمال الشرقى فى نصف الكرة الجنوبى لتلتقى بالغربيات فى عروض الستينات، حيث مناطق الضغط المنخفض، ويطلق على هذه الرياح الباردة الجافة القطبية الشرقية (الشرقيات القطبية) Polar Easterlies .

ثانياً – خصائص الرياح السطحية الرئيسية :

توجد ثلاثة أنواع من الرياح الدائمة إلى جانب الرياح الموسمية والتى تتمثل فيما يلى :

أ–الرياح التجارية :

تهب الرياح التجارية منا عرفنا من عروض الثلاثينات فى نصفى الكرة الشمالى والجنوبى؛ حيث من الضغط الجوى المرتفع دون المدارى Subtropical High Pressure Belts باتجاه خط الاستواء حيث الضغط المنخفض الاستوائى، وفى هبوبها تنحرف بفعل كريولى . ونتيجة لذلك تنشأ نطاقان للرياح التجارية Trade Winds (أو التجاريات Trades) . حيث الرياح التجارية الشمالية الشرقية فى نصف الكرة الشمالى والتجاريات الجنوبية الشرقية فى النصف الجنوبى. وتتميز هذه الرياح بانتظامها مما جعلها مواتيه للسفن التجارية المتجهة غربا. وعندما يلتقيان يكونان منطقة الالتقاء المدارية I.T.C . وهى نطاق ضيق على طول خط الاستواء يتميز بالهدوء نتيجة لتجانس خصائص الرياح التجارية التى تلتقى عنده. ويبدو هذا النطاق متحركاً شمالاً وجنوباً من خط الاستواء تبعاً لحركة الشمس الظاهرية وبالتبعية تتحرك نطاقات الضغط الجوى مما ينتج عن ذلك

تغيرات فصلية هامة فى الرياح والتغيم Cloudness والتساقط المصاحب لتحرك نطاق الالتقاء الإستوائى (جبهة الالتقاء المدارية) (Strabler, N. and Strabler, A. 1978 p.81)، تبلغ سرعتها فى المتوسط ٢٠ كيلومتر فى الساعة .

وعادة ما تتميز الأحوال المناخية فى نطاق هبوب الرياح التجارية بالاعتدال وندرة المطر ومن ثم فهى تعمل على تلطيف الجو فى المناطق التى تهب باتجاهها حيث تأتى من عروض أقل حرارة وعادة ما تكون قادمة من مناطق قارية وإن كان احتمال سقوط المطر فى المناطق الغربية من المحيطات كبيراً وذلك بعد مرورها فوق مسطحات مائية وذلك عكس المناطق الشرقية التى تتميز بحدوث الضباب ورداءة الرؤية Bad Visibility خاصة مع قدوم هذه الرياح النارية محملة بالأتربة باتجاه السواحل الضبابية مثل سواحل موريتانيا. وغرب أستراليا حيث التيارات المائية الباردة .

ب-الرياح العكسية الغربية Westerlies:

تتحرك الرياح الجنوبية الغربية من نطاق الضغط المرتفع (فى عروض الثلاثينات) أو ما يعرف أحياناً بعروض الخيل باتجاه الدائرة القطبية شمالاً، كما تتحرك الرياح الشمالية الغربية من نفس عروض الثلاثينات الجنوبية باتجاه الدائرة القطبية الجنوبية . وعادة ما ينتقل نطاق هبوبها شمالاً وجنوباً تبعاً لحركة الشمس الظاهرية.

تتميز هذه الرياح بعدم انتظامها وعنفها وعادة ما تصاحبها الأعاصير التى ترتبط بالتقلبات المناخية وإن كانت أكثر انتظاماً فى نصف الكرة الجنوبى* . وتتركز الأمطار المرتبطة بها على الجهات الغربية من القارات خاصة إذا ما وجدت سلاسل جبلية ساحلية. ونلاحظ كثرة حدوث الضباب فى الأجزاء الغربية من المحيطات فى نطاق الغربيات مثلما الحال شمال لبرادور وجنوب جرينلند وشمال المحيط الهادى .

---

*تزيد سرعتها فى نصف الكرة الجنوبى فيما بين دائرتى عرض ٤٠-٥٠° وتعرف هنا بالرياح المزمجرة أو الأربعينات Boaring Forties وذلك نتيجة لسرعتها الفائقة وما يصاحبها من اضطراب فى الجو خاصة مع تقابلها مع الرياح القطبية الباردة الجافة .

جـ- الرياح القطبية :

تعرف بالشرقيات القطبية Polar Westerlies، تهب من منطقة القطبين الشمالية والجنوبية باتجاه الدائرة القطبية فى عروض الستينات لتتقابل مع الغربيات بخصائصها المعروفة برطوبتها الزائدة ودفئها بحكم قدومها من عروض أدفأ مما يؤدى إلى تولد انخفاضات جوية وجبهات التقاء وجو مضطرب. شكل رقم (١٤)، ويتمثل هبوب هذه الرياح بانتظام فى نصف الكرة الجنوبى حيث توجد منطقة ضغط مرتفع واضحة فوق انتاركتيكا وضغط منخفض واضح على المحيط المتجمد الجنوبى بينما لا تنتظم فى النصف الشمالى بسبب تعقيد توزيع اليابس والماء .

والرياح القطبية رياح جافة شديدة البرودة خاصة خلال فصل الشتاء، مع مصاحبتها للضباب والسحب أثناء هبوبها خلال فصل الصيف.

د-الرياح الموسمية Monsoon:

تتمثل الرياح الموسمية أفضل تمثيل فى جنوب شرق آسيا، وإن كانت تظهر فى مناطق أخرى من العالم مثل غرب افريقيا وجنوب شرق امريكا الشمالية واليمن وجنوب غرب السعودية (منطقة عسير). وتنتج الرياح الموسمية بسبب الاختلاف فى درجة الحرارة بين اليابس والماء بمنطقة جنوب شرق آسيا تقع بين بحار دافئة متمثلة فى المحيط الهندى ومناطق المحيط الهادى، وأكبر كتلة يابسة فى العالم (قارة آسيا)، ومن المعروف أن الكتلة اليابسة تكون شديدة الحرارة صيفاً، شديدة البرودة فى الشتاء، معنى ذلك أن الموسميات تهب نتيجة للنمط المناخى القارى Continental Type of Climate بما يميزه من تطرف حرارى (تسخين سريع وتبريد سريع للكتل اليابسة الضخمة) .

وتتأثر الموسميات أيضاً بحركة الشمس الظاهرية فى العروض المدارية وتتأثر كذلك بتكون الجبهات Fronts وعلامح السطح، وكذلك بالتيارات النفاثة Jet Streams* فى أعالى التروبوسفير.

وفى حالة الموسميات الشتوية يتحرك الهواء البارد ضد الأعصارى من قلب أسيا باتجاه الصين والمناطق الواقعة غرب المحيط الهادى، وتنحرف هذه الرياح الباردة على يمين اتجاهها لتمر بالعديد من أشباه الجزر والأرخبيلات Archipelagos الجزرية بجنوب شرق أسيا؛ وذلك فى شكل رياح شمالية شرقية، وتسبب هذه الرياح سقوط أمطار غزيرة جنوب شرق الهند وجزيرة سيلان وذلك بسبب تشبعها ببخار الماء من خليج البنغال الدافئ نسبياً فى الشتاء. بينما يتوقف هبوب هذه الرياح على معظم الهند وسهل الكانج بسبب تكون ضغط مرتفع فوقها شكل رقم (١٥) :



شكل (١٥) الرياح الموسمية الشتوية

---

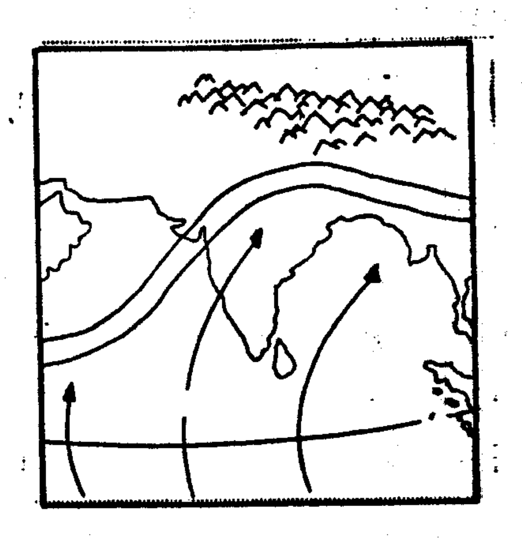
*التيارات النفاثة عبارة عن : تيارات أو رياح قوية تزيد على ٦٥٠ كيلومتر فى الساعة، اكتشفت أثناء الحرب العالمية الثانية فوق المحيط الهادى الشمالى، وذلك فى طبقة الستراتوسفير، وقد درست خصائصها مع تطور أجهزة القياس خاصة الميتوسات Meteo Satalites وغيرها، وهى ذات تأثير كبير على خصائص المناخ على سطح الأرض (للاستزاده . راجع عبد العزيز عبد اللطيف، المرجع السابق) .

أما الرياح الموسمية الصيفية، فيحدث أن تتحرك جبهة الالتقاء المدارية نحو نصف الكرة الشمالى صيفاً، ويتم تسخين وسط أسيا والهند وتتكون مناطق للضغط المنخفض وخاصة شمال الهند (سهول الكانج) ومن ثم تستقبل رياحاً جنوبية غربية تعد امتداداً طبيعياً للرياح التجارية الجنوبية الشرقية فى نصف الكرة الجنوبى، قد تعرضت للانحراف بعد عبورها خط الاستواء على يمين اتجاهها لتصبح جنوبية غربية، وتمر فوق مسطحات مائية واسعة من المحيط الهندى تتميز بدفئها مما يؤدى إلى زيادة تشبع الرياح التى تمر فوقها ببخار الماء بحيث أنها عندما تصل إلى الساحل الهندى تتخلص من كميات ضخمة من مياة الأمطار التى تحملها خاصة على مرتفعات الغات الغربية والسفوح الجنوبية لجبال الهيمالايا التى تقف كحاجز أمام استمرار توغلها شمالاً وشمالاً بشرق شكل رقم (١٦).

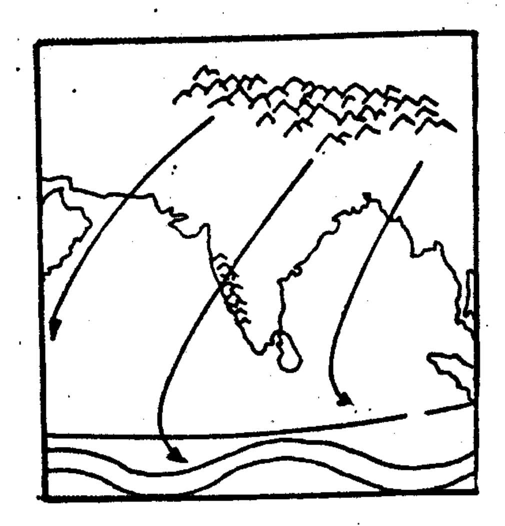


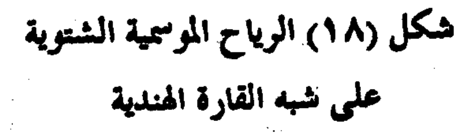
شكل (١٦) الرياح الموسمية الصيفية

وجدير بالذكر أن الهند ككل لا تتلقى كل مناطقها أمطاراً صيفية، حيث يوجد بها مناطق جافة واسعة وذلك فى هضبة الدكن خاصة تلك الأراضى الواقعة فى الجوانب الشرقية لجبال الغات الغربية (منصرف الرياح). الذى يوضح هبوب الرياح الموسمية على شبه القارة الهندية حيث تكون جنوبية غربية من يونيو حتى أكتوبر الشكل رقم (١٧)، وشمالية شرقية من نوفمبر حتى مايو كما يظهر بالشكل رقم (١٨) .



شكل (١٧) الرياح الموسمية الصيفية
على شبه القارة الهندية





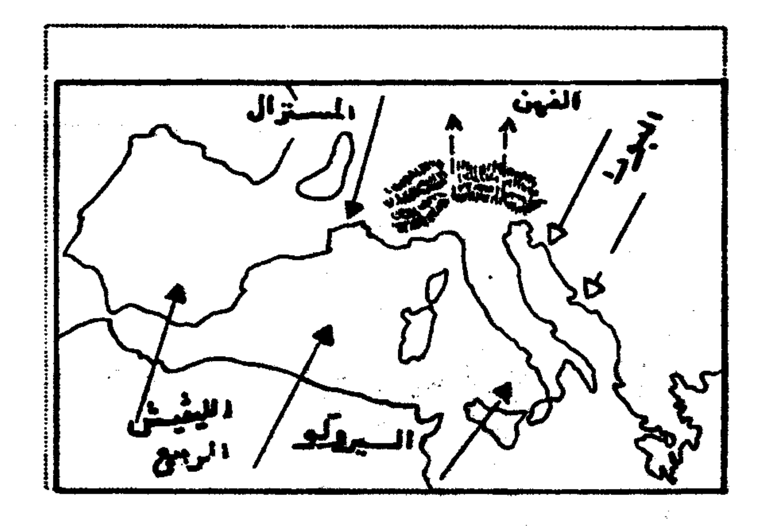
شكل (١٨) الرياح الموسمية الشتوية
على شبه القارة الهندية

ثالثاً – الرياح المحلية ونسيم البر والبحر ونسيم الوادى والجبل :

أ – الرياح المحلية :

ترتبط هذه الأنواع من الرياح بظروف محلية وبالتالى يقتصر أثر كل منها على مناطق محدودة بعينها دون الارتباط بنظام دورة الرياح العامة المرتبطة ببعضها والتى تتشكل فى منظومة كوكبية على سطح الكرة الأرضية . بخلاف تلك الدورات الرياحية التى ترتبط بظروف محلية معينة .

وتنقسم الرياح المحلية إلى : رياح محلية حارة مثل رياح الخماسين والسيروكو والهبوب والسولانو والطوز والسموم وغيرها . ورياح محلية دافئة مثل الفهن والشنوك . ورياح باردة مثل المسترال والبورا شكل رقم (١٩) الذى يوضح الرياح المحلية الباردة والدافئة فى قارة أوربا والحارة فى شمال غرب إفريقيا والأخيرة تتمثل فى السيروكو والليفيش (السولانو) .

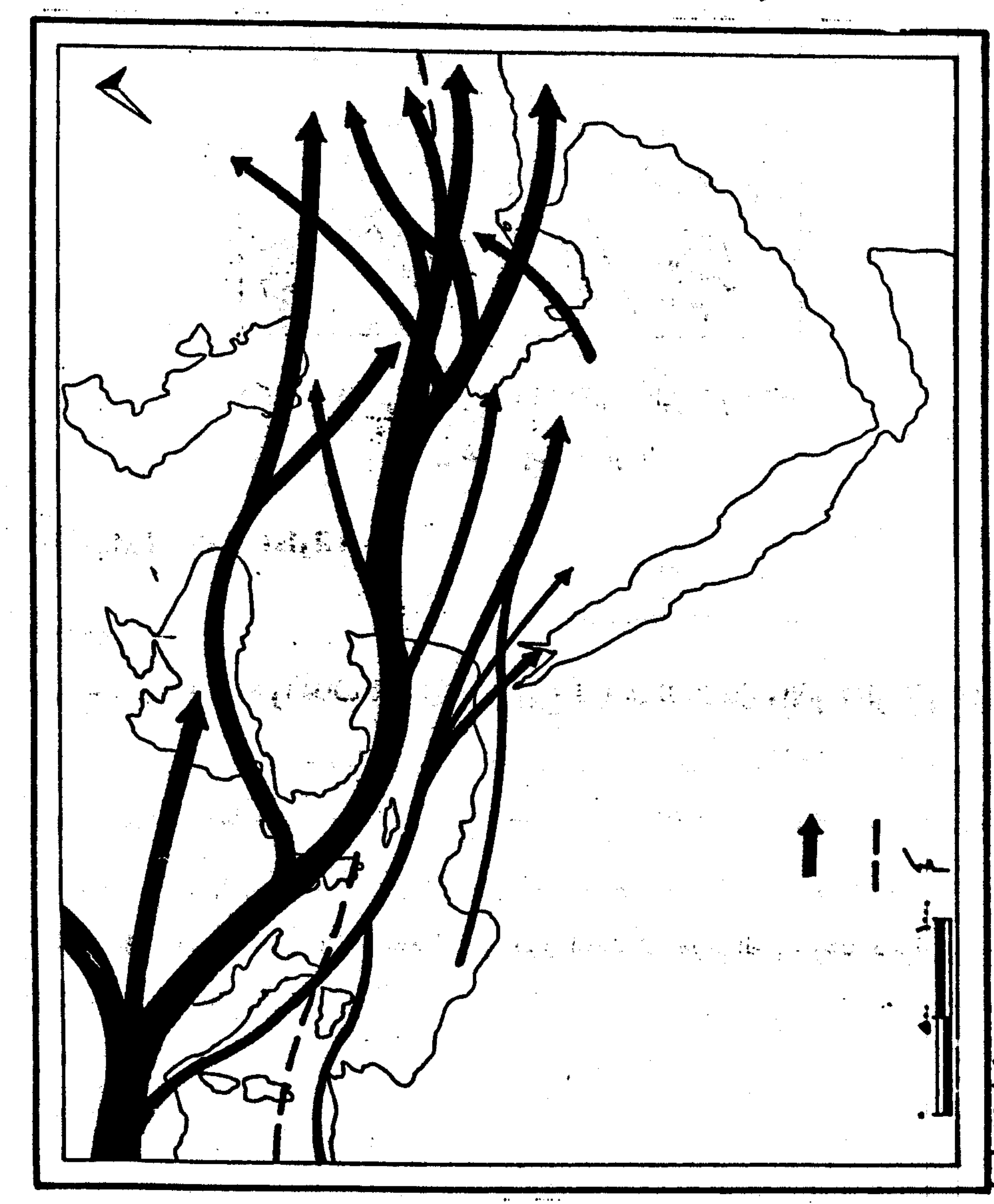


شكل (١٩) أنواع الرياح المحلية الحارة والباردة والدافئة
بشمال غرب إفريقيا وأوربا

١-الرياح المحلية الحارة :

الخماسين :

رياح شديدة الحرارة والجفاف تهب فى شكل رياح قوية محملة بالرمال والأتربة التى تأتى بها من جنوب الصحراء الغربية فى مصر نحو أجزائها الشمالية، وتنتج عن مرور منخفضات جوية Air Depressions، قادمة من الغرب تنجذب إليها هذه الرياح، وتتحرك هذه المنخفضات الجوية فى مسالك يمتد بعضها على طول الساحل المتوسطى الشمالى فى مصر خاصة أواخر فصل الشتاء وأوائل فصل الربيع، والبعض الآخر يتحرك على طول امتداد الصحراء الغربية (عند دائرة عرض ٢٨°شمالاً تقريباً) شكل رقم (٢٠) .



شكل (٢٠) مسارات المنخفضات الجوية في حوض البحر المتوسط والنطاق اليابس المجاور

وعادة ما تتسبب هذه المنخفضات فى هبوب رياح خماسينية متأخرة فى أواخر الربيع وأوائل الصيف، وعادة لا تستمر الموجات الخماسينية أكثر من يومين أو ثلاثة أيام، وتتميز الموجات الخماسينية التى تهب فى شهر فبراير وشهر مارس بكونها موجات قصيرة وتأثيرها ضعيف نسبياً، أما الموجات التى تهب فى أبريل ومايو فإن تأثيرها يكون أكثر وضوحاً بسبب ارتفاع درجة الحرارة ارتفاعاً ملحوظاً لمدة قد تصل إلى أكثر من ثلاثة أيام.

ولهذه الرياح أثاراً سلبية على الحياة النباتية حيث يصحبها انخفاض حاد فى الرطوبة النسبية بسبب جفافها الشديد وارتفاع درجة حرارتها، بجانب ما تحمله من كميات ضخمة من الرمال العالقة ولذلك تتأثر بها المحاصيل الزراعية وخاصة محاصيل الفاكهة فى القليوبية والجيزة (يوسف فايد، ١٩٧٣، ص٦٠) . بجانب ذلك فإن لها أثارها السلبية على الإنسان من خلال تأثيرها على الصحة حيث يتسبب عنها العديد من الأمراض .حيث أنها كثيراً ما تحجب الرؤية خاصة مع وفرة المواد الرملية والترابية العالقة بها؛ وارتفاع درجة حرارتها كما أنها كثيراً ما تتسبب فى حدوث حرائق بالقرى بشكل خاص*. وتنقل الآفات والحشرات الضارة بالمحاصيل الزراعية وإن كان لها بعض الفوائد (الآثار الإيجابية) حيث أن الجو الخماسينى الجاف لا يلائم دودة القطن، ومن ثم فإن هبوبها يساعد على القضاء عليها.

–السيروكو:

رياح حارة عنيفة تهب من شمال أفريقيا باتجاه جنوب أوروبا وخاصة نحو جنوب إيطاليا واليونان، وتهب هذه الرياح فى فصل الربيع وتتميز بارتفاع رطوبتها نتيجة لمرورها على مياه البحر المتوسط مما يؤدى إلى زيادة أثارها السلبية على الإنسان حيث أنها تسبب الشعور بالضيق عند التعرض لها.كذلك فإن لها أثارها السلبية على النباتات البستانية فى جنوب أوروبا،وكلمة سيروكو تعنى الشرق، وإن كان اتجاهها عادة ما يكون من الجنوب والجنوب الغربى. (راجع شكل رقم ١٩). وعادة ما يتسبب عن هبوبها ظهور ضباب كثيف على الساحل الأوربى .

*قد يمتد تأثير رياح الخماسين إلى شرق البحر المتوسط وجنوب شرق أوربا .

-الهرمطان :

تهب خلال فصلى الشتاء والربيع من الصحراء الكبرى فى أفريقيا نحو ساحل غانا وغرب أفريقيا منجذبة نحو المنخفض الاستوالى، ويؤدى هبوبها بما تحمل من رمال و أتربة إلى الإضرار بالعديد من المحاصيل بهذه المناطق مثل زراعة القطن فى نيجيريا مما دفع المزارعين إلى تشييد أسوار للحماية منها وذلك بزراعة صفوف من أشجار نخيل الزيت .

ويظهر أثر هذه الرياح المتربة على مسافات بعيدة من الساحل داخل خليج غانا، ويتسبب عن هذه الرياح تخفيف حدة الطوبة فى الجو. وتبدو الأتربة التى تحملها فى شكل ضباب يمتد أحياناً فوق المحيط الأطلنطى بمنطقة خليج غانا إلى مسافات بعيدة ومن ثم تسبب خطراً على الملاحة.

-الهبوب :

رياح محلية حارة ومتربة تهب من أرض الجزيرة السودان . ترتبط بالكتل الهوالية الحارة على شمال ووسط السودان ويتسبب هبوبها فى ارتفاع درجة الحرارة بوضوح على مدينة الخرطوم وما حولها مع تعلق كميات هائلة من الأتربة الدقيقة بالجو وأحياناً ما تعقب هبوبها سقوط أمطار تصاعدية فى فترة أخر النهار .

-السموم :

رياح محلية حارة ومحملة بكميات ضخمة من الرمال تماثل الخماسين وعادة ما تهب فى مقدمة المنخفضات الجوية الربيعية بشبه الجزيرة العربية، ويعد شهر مايو وأكتوبر أكثر الشهور تأثر بهبوبها بالسعودية حيث تحمل معها الأتربة و الرمال من الربع الخالى باتجاه بادية الشام وتسبب هذه الرياح عند هبوبها تلوثاً واضحاً وتعطيلا لحركة النقل وإصابة عدد من السكان بأمراض الجهاز التنفسى خاصة قرب معامل تكرير البترول حيث تختلط الأتربة و الرمال الناعمة بالدخان .

ومن الأمراض التى ترتبط بهبوبها أمراض العيون بجانب أمراض الجهاز التنفسى وتجفف الجلد وغيرها من آثار خطيرة على الإنسان بجانب ضعف الرؤية و اختناق الحيوانات وتدهور التربة والإضرار البالغ بالمحاصيل الزراعية بالمناطق التى تهب عليها .

وتعد الجزيرة العربية واحدة من خمسة أقاليم رئيسية فى العالم يتركز بها تولد العواصف الترابية الضارة (Middleton, 1984, p 83). وتوجد رياح مشابهة تسمى رياح القبلى تهب على النطاق الشمالى من ليبيا فى مقدمة المنخفضات الجوية فى فصل الربيع فيما يشبه الخماسين والسموم وغيرها من الرياح المحلية الحارة .

٢-الرياح المحلية الدافئة :

من الرياح المحلية التى تعمل على تلطيف الجو البارد فى المناطق التى تتعرض لها بجانب ما ينتج عن هبوبها من دفء يساعد على سرعة نمو المحاصيل خاصة أشجار الفاكهة مثل أشجار التفاح فى سويسرا .

وأهم أنواع هذه الرياح :

-رياح الفهن Fohn :

تتميز بالدفء والجفاف وتسبب عن تكون منطقة ضغط مرتفع تتشكل جنوب جبال الألب الأوروبية فى منطقة سهل لمبارديا شمالى إيطاليا، مع مرور منخفضات جوية وسط قارة أوروبا تعمل هذه المنخفضات على جذب الرياح من المنطقة إلى الجنوب من جبال الألب حيث يصعد الهواء أعالى السفوح الجنوبية بهذه الجبال ثم يهبط على السفوح الشمالية مما يؤدى إلى تسخين الهواء تسخيناً أدياباتياً (حركيا) بجانب تسخينه مع انطلاق الحرارة الكامنة مع حدوث التكاثف .

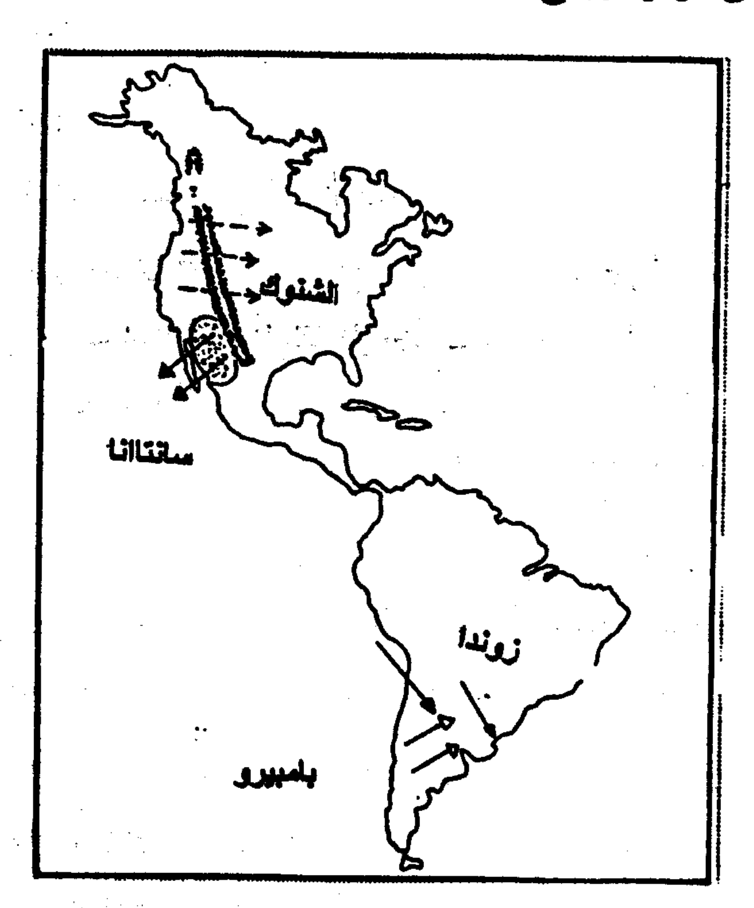
وقد تصل درجة الحرارة عند هبوب "الفهن" إلى ١٢ درجة مئوية مما يجعلها محببة لمن يستقبلها وفى نفس الوقت يعمل على تسريع نضج المحاصيل البستانية فى أودية جبال الألب كالتفاح والكمثرى والكروم كما تعجل بنمو المراعى الألبية بسويسرا وجنوب ألمانيا و النمسا .

كذلك قد ترتب على هبوب الفهن انصهار الجليد وتعرض السفوح للانهيارات الجليدية أو الفيضانات السيلية ويتراوح موسم هبوبها مابين ٣٠ و٤٠ يوما". (راجع الشكل رقم ١٩). وقد يستمر هبوبها عدة أيام وتكون شديدة السرعة .

-الشنوك :

وتعنى بلغة الهنود الحمر آكلة الثلوج وتشبه كثيراً رياح الفهن من حيث النشأة و الخصائص .

وتهب خلال الشتاء و الربيع من الغرب إلى الشرق باتجاه السفوح الغربية لسلسة جبال الروكى فى أمريكا الشمالية حيث تصعد على الجوانب الغربية للجبال لتهبط على السفوح الشرقية هبوطاً عنيفاً، ويؤدى هبوبها إلى رفع درجة الحرارة التى تؤدى إلى انصهار الجليد المتراكم فـوق المنـاطق المرتفعة التى تهب عليها ويؤدى هبوبها كذلك إلى الإسراع بعمليات نمو ونضج المحاصيل الزراعيـة وتزدهر المراعى والمروج الخضراء. شكل رقم (٢١) الذى يوضح رياح الشنوك الدافئة شمالاً ورياح سانتا أنا من صحراء أريزونا نحو كاليفورنيا السفلى والمحيط الهادى باتجاه الجنوب الغربى وذلـك فى الفترة من نوفمبر حتى فبراير، ورياح زوندا الدافئة باتجاه الجنوب الشرقى نحو بتاجونيا .



شكل (٢١) رياح الشنوك الدافئة ورياح زوندا والبامبيرو بنصف الكرة الغربى

٣-الرياح المحلية الباردة :

-رياح المسترال Maştral :

رياح شديدة البرودة تهب خلال فصل الشتاء من وسط فرنسا على طول امتداد وادى الـــرون فيما بين هضبة فرنسا الوسطى وجبال الألب منجذبة كرياح سريعة نحو مسالك المنخفضات الجوية بالبحر المتوسط على طول ساحل الريفييرا الفرنسية، ومن شدة عنفها قد تقتلع الأشجار أو تغـــرق المراكب ويتسبب عنها كوارث طبيعية. ويساعد على شدة اندفاعها على طول وادى الـــرون إلى جانب انحدار الهواء البارد من قمم جبال الألب لتضاف إليها وتزيد من عنفوانها.

-رياح البورا Bora :

تشبه رياح المسترال تهب تجاه البحر الأدرياتى وتأتى من شرق أوروبا عبر جبال الألب الدينارية وهى شديدة البرودة وسريعة، يسبب هبوبها أضراراً بالمناطق التى تتعرض لها. تهب فى فصل الشتاء فى مؤخرة المنخفضات الجوية التى تمر فوق مياه البحر الأدرياتى وترتفع درجة هذه الريـــاح عنـــد هبوطها من جنوب النمسا نحو شمال الأدرياتى .

وتوجد فى البرازيل رياح باردة تسمى بامبيرو تهب من جهة الجنوب الغربى خلال فصل الشتاء كما توجد رياح شبيهة فى روسيا تعرف بالبوران Buran * .

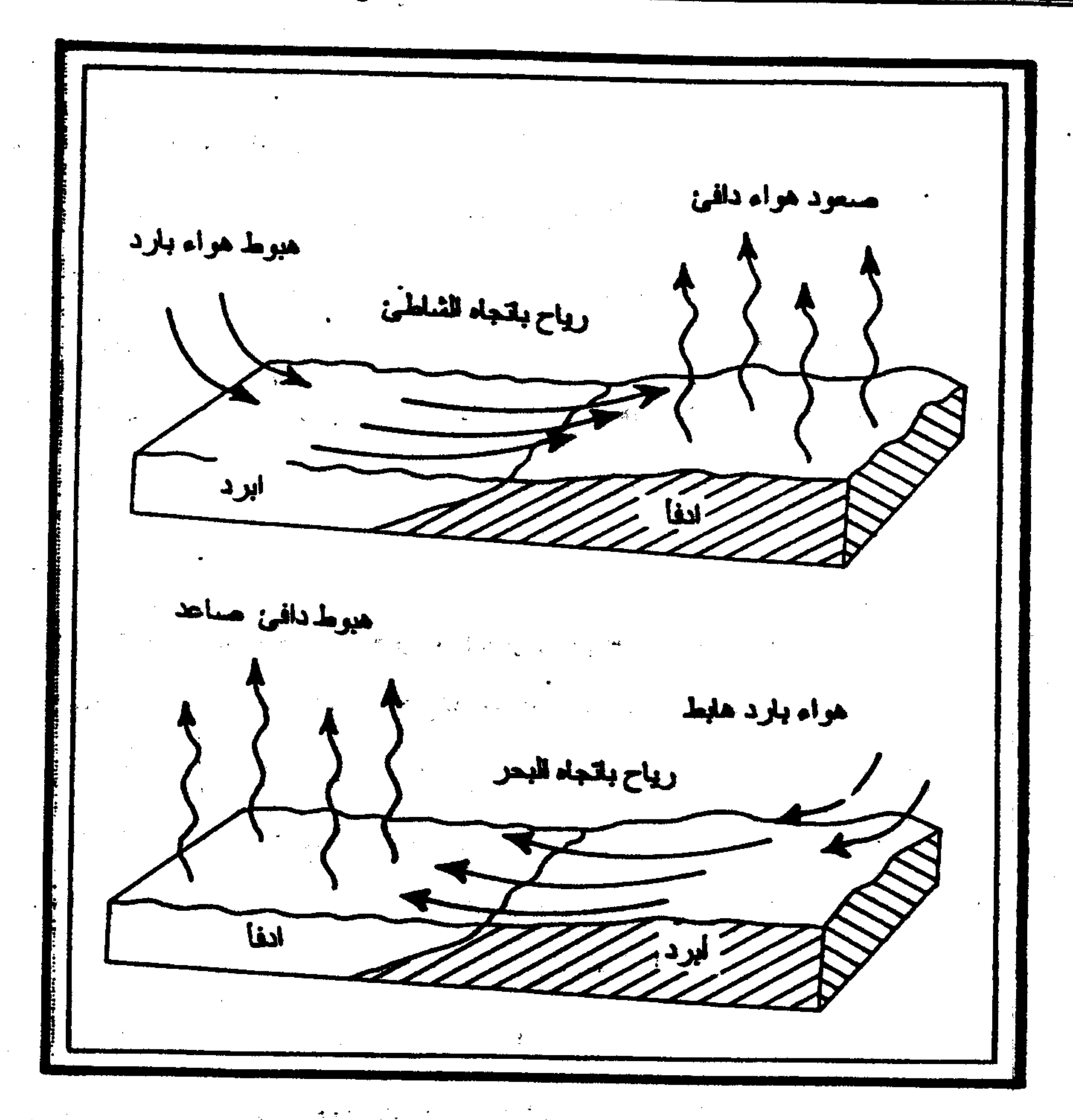
ب)نسيم البر والبحر ونسيم الوادى والجبل :

١-نسيم البر والبحر Land and Sea Breezes :

يتميز نسيم البر والبحر فى العروض الدنيا بقوته و أثره مقارنة بالعروض الوسطى، ويرجع ذلك إلى أن الإشعاع الشمسى فى الأول أقوى والتباين الحرارى بين اليابس والماء أقوى .

ونسيم البر والبحر رياح هادئة بشكل عام تتحرك ما بين اليابس والماء فى شكل عمودى علـــى خط الشاطئ ويعد صورة مصغرة من النظام الموسمى للرياح وما يميزه أنه حركة يومية وليســـت فصلية شكل رقم (٢٢) .

*تهب على روسيا من وسط آسيا ويطلق عليها أحياناً اسم Purga .



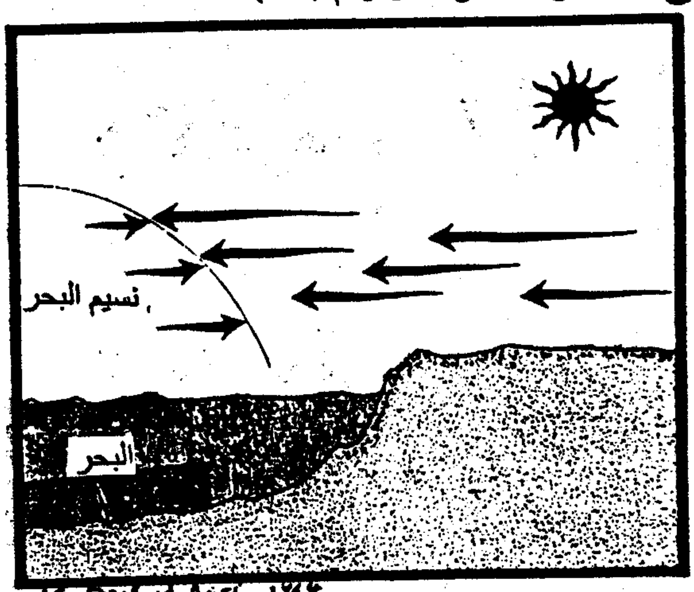
شكل (٢٢) نسيم البر والبحر

يهب نسيم البحر نحو اليابس نهاراً، وقد يتوغل داخله لمسافة تصل إلى نحو عشرين كيلومتر من خط الشاطئ، ويرجع وصوله لهذه المسافة البعيدة نسبياً عن خط الشاطئ إلى انخفاض السهل الساحلى وعدم وجود حافات قريبة من البحر. حيث تعمل الأخيرة على حجزه وتقييد حركته وإن كان يمكنه الصعود إلى قمة السلاسل الجبلية الموازية للساحلة والانزلاق خلفها. وعادة ما يتحرك نسيم البحر بشكل أسرع فى أعلاه مقارنة بقربه من السطح، ويمكن تحديده (بتمييز مقدمته) **The Sea Breeze Front** من خلال تغير اتجاه الرياح السائدة

(U.S Department Of Agriculture ,1964 ,p22) ويحدث نسيم البحر نهاراً نتيجة لارتفاع درجة الحرارة على اليابس مقارنة بالماء مما يؤدى إلى تكون نطاقاً ساحليا من الضغط المنخفض يجذب إليه الرياح من البحر والمعروفة بنسيم البحر، ويظل الأخير مستمراً طوال فترة ما بعد الظهر حتى قدوم الليل ليتحول هبوب الرياح باتجاه البحر أى ظهور ما يعرف (بنسيم البر) وذلك بسبب التبريد الأسرع لليابس مقارنة بالماء، وفقده لحرارته بالإشعاع الأرضى على غير الحال مع البحر الذى تكون مياهه محتفظة بأكبر قدر من حرارتها التى اكتسبتها من الشمس خلال النهار، ومن ثم يكون الهواء الملامس لسطح الأرض أبرد خلال الليل مقارنة بالهواء فوق المسطح المائى للبحر، ونسيم البر أقل سرعة من نسيم البحر وأكثر استقراراً (تتراوح السرعة ما بين ٣و٥ أميال فى الساعة) .

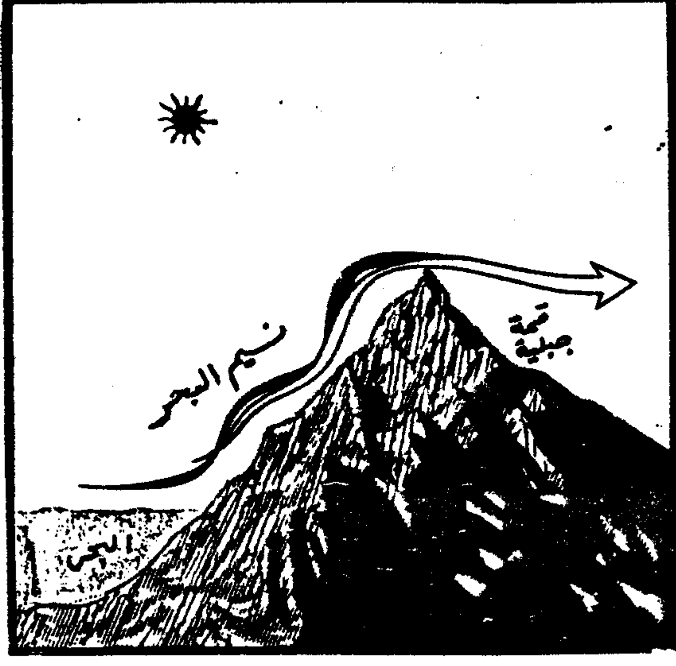
ونسيم البر والبحر أكثر وضوحاً وتأثيراً أثناء شهور الصيف خاصة على السواحل المدارية بشكل خاص .

وجدير بالذكر أن الرياح القادمة من اليابس قد تعوق وصول نسيم البحر إلى الساحل إذا ما كانت قوية كما يتضح ذلك من الشكل التالى رقم (٢٣)



شكل (٢٣) إعاقة الرياح القوية القادمة من اليابس لوصول نسيم البحر باتجاه الداخل

كما تعمل الجبال الساحلية Cosastal Mountain على إعاقة وصول نسيم البحر نحو الداخل وذلك لامتدادها كحاجز ضد التيار الهوائى السطحى بين الماء واليابس شكل رقم (٢٤) .



شكل (٢٤) الجبال الساحلية وتأثيرها على نسيم البحر

كذلك قد يمتد نسيم البحر لمسافة بعيدة نحو الداخل على طول مجرى مائى (نهر) من المصب باتجاه الداخل شكل رقم (٢٥)*.



شكل (٢٥) نهر يمثل قناة لمرور نسيم البحر نحو الداخل

* كذلك قد يؤدى بروز نتوء أو رأس أرضية فى البحر فى مدى تأثير نسيم البحر على الساحل فقد يكون مؤثراً على أحد جوانبها بينما يقل أو يختفى تأثيره على الجانب الآخر .

٢-نسيم الجبل والوادى :

الواقع أن الرياح فى المناطق الجبلية معقدة للغاية فالرياح العامة قرب السطح ترتبط بنظم الضغط السائدة طوال الوقت .ولكن مع ضعف الرياح نهاراً نتيجة للتسخين الشديد طوال النهار والتبريد ليلاً Night Time Cooling؛ فإن الرياح الصاعدة Convective Winds ذات النشأة المحلية تصبح من الملامح الهامة للطقس الجبلى (Ibid , 1964, p 24)، وهذا الأمر يشبه تماماً ما يحدث خلال الصيف فى المناطق ذات المناخ القارى المتميز بمداه الحرارى اليومى الكبير Diurnal Range نتيجة للتسخين الشديد نهاراً والتبريد الزائد ليلاً .

ويحدث نسيم الجبل Mountain Breeze عندما يتجه الهواء على المرتفعات نحو البرودة بعد غروب الشمس فيثقل وزنه وينزلق إلى أسفل ليتجمع فى بطون الأودية فيما يعرف بنسيم الجبل ويزيد قوة مع شدة سرعة الإشعاع الأرضى على المنحدرات والقمم الجبلية شكل رقم (٢٦) .



شكل (٢٦) نسيم الوادى فى فترة ما بعد الظهر

أما نسيم الوادى Valley Breeze هو عبارة عن حركة خفيفة السرعة للهواء تحدث أثناء النهار من الأودية والمنخفضات الجبلية نحو أعالى المنحدرات باتجاه القمم الجبلية ويوضح الشكل التالى رقم (٢٧) صعود الرياح من وادى أو خانق جبلى Canyon باتجاه أعالى البحار السفوح Upslopes وذلك فى فترة ما بعد الظهر بما يوضح الشكل التالى رقم (٢٧) .



شكل (٢٧) نسيم الجبل فى فترة الليل مما يؤدى
إلى تبريد شديد فى بطن الوادى

الفصل الرابع

الكتل الهوائية والاعاصير والعواصف المدارية

اولا — الكتل الهوائية .

ثانيا — الاعاصير .

ثالثا — العواصف المدارية .

رابعا — ظاهرة النينو .

أولاً - الكتل الهوائية والجبهات :

الكتل الهوائية Air Masses عبارة عن كتل بالغة الضخامة من الهواء تتكون فى الجزء السفلى من طبقة التروبوسفير Troposphere تتجانس تجانساً كلياً أو جزئياً فى خصائصها من حيث الحرارة و الرطوبة .

وتنمو هذه الكتل وتتطور فوق مساحات محيطية أو قارية أثناء سيادة ظروف مناخية ضد إعصارية حيث الهواء الراكد والحركة الرأسية الضعيفة، وفى حالة تجانس الهواء فى حرارته ورطوبته تكون ما تعرف بالكتلة الهوائية .

وجدير بالذكر أن هناك علاقة قوية بين الدورة العامة للرياح والكتل الهوائية، فنطاقات ونظم الضغط الجوى الكبرى فى العالم مثل مناطق الضغط المرتفع دون المدارى Subtropical highs تسمح للكتل الهوائية بالتكون فوق مناطق جغرافية معينة حيث يستمد الهواء حرارته ورطوبته التى يتميز بها من المناطق التى يستقر فوقها، فالهواء الذى يوجد فوق مناطق جافة وحارة بالضرورة لابد أن يتجه لاكتساب هذه الخصائص،كما أن الهواء فوق الأسطح المائية الدافئة سوف يتميز نسبياً بدفئه ورطوبته .

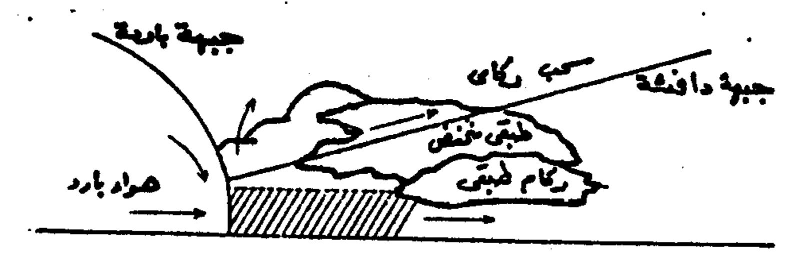
وإذا ما تحرك الهواء بعيداً عن مناطق المصدر Source Areas فإنه يتعدل تبعاً لخصائص الأسطح التى يمر عليها خلال تحركه كما أنه قد يتأثر بالكتل الهوائية الأخرى التى يقابلها، وفى ظروف معينة فإن الحدود بين الكتل الهوائية تكون حادة (محددة الخصائص) وتعرف بالجبهات Fronts، حيث أن درجة الحرارة والرطوبة وأحياناً الرياح تتناقص بحدة عبر الجبهات(Gardner,J.S,1977,P106) .

ويبلغ حجم الكتلة الهوائية فى الظروف العادية آلاف الكيلومترات المربعة، فيمكن على سبيل المثال أن يكون هناك مدينة تبعد عن أخرى ألف كيلومتر وعندما تسود المنطقة كتلة هوائية معينة ولتكن مدارية بحرية نجد سيادة نفس ظروف المناخ فى كل من المدينتين رغم بعد المسافة بينهما .

والكتل الهوائية ثلاثية الأبعاد بمعنى أن لها بعداً رأسياً بجانب الأبعاد الجغرافية Geographical dimensions. والواقع أن التغير الرأسى الحرارى فى الكتلة الهوائية له أهميته الكبيرة وذلك لكونه يحدد استقرار Stability أو عدم استقرار الهواء والذى فى المقابل يؤثر على خلط الهواء داخل الكتلة الهوائية .

أما جبهة الكتلة الهوائية فهى عبارة عن الحد المكون فى نقطة تقابل كتلتين هوائيتين مختلفتين فى درجة الحرارة وكذلك خصائص الكثافة Density، حيث الاختلافات فى درجة الكثافة، وفى الاتجاهات، وفى سرعة الحركة لكل من الكتلتين المتقابلتين يحدد شكل الجبهة .

فالجبهة الباردة Cold Front توجد عند تحرك كتلة هوائية أبرد وأثقل فى كثافتها من منطقة أو إقليم بارد باتجاه أقاليم أدفأ حيث تتميز الجبهة الخاصة بهذه الكتلة بشدة انحدارها مع تراجع أعلاها إلى الخلف Slopes back ward كما يظهر ذلك من الشكل رقم (٢٨)، حيث يحل الهواء البارد الكثيف محل الهواء الدافئ عند سطح الأرض .



شكل (٢٨) جبهة كتلة باردة عند وصولها لمنطقة دافئة

أما الجبهة الدافئة Warm Front فإنها تختلف عنها فى كونها أقل انحداراً مع ميل أعلاها إلى الأمام وتصعد فوق الجبهة الباردة. وإذا ما كانت الجبهة الباردة تؤثر عادة على مساحات أقل أتساعاً فإن الجبهة الدافئة قد تمتد فوق مئات الكيلومترات (نحو ١٦٠ كيلومتر) وكل نوع من الجبهتين لها ظروفها الطقسية المرتبطة بها .

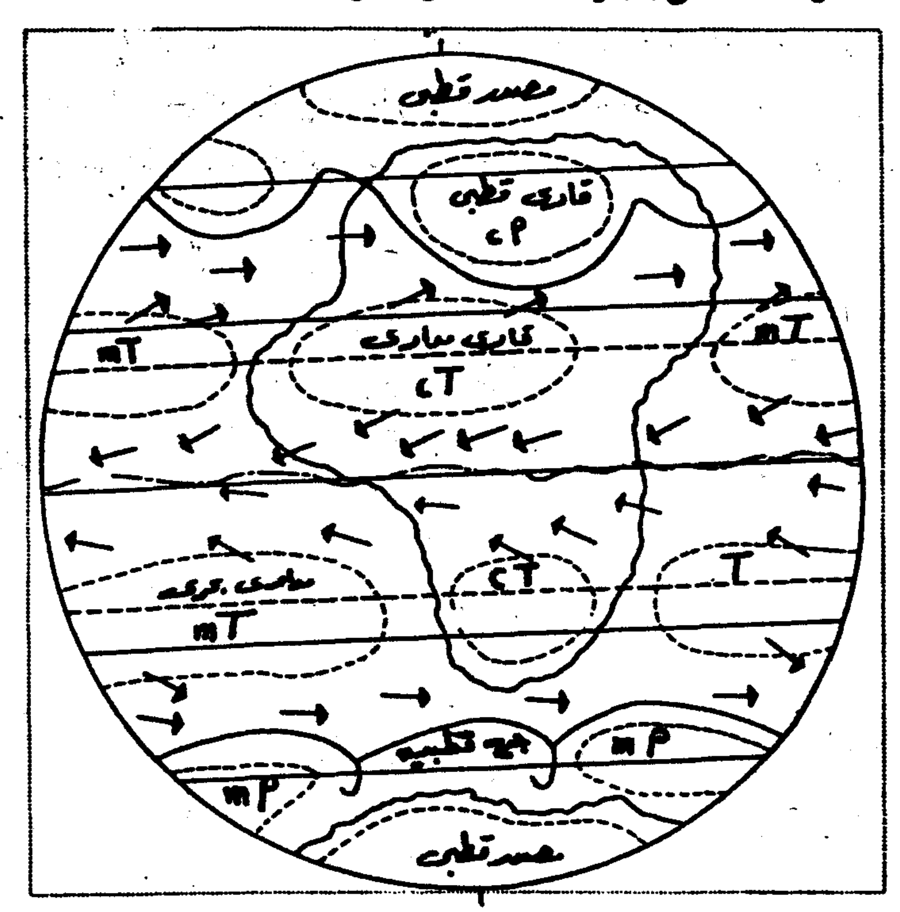
-مناطق المصدر بالنسبة للكتل الهوائية بأنواعها المختلفة :

تتميز مناطق تكون الكتل الهوائية بخاصيتين رئيستين . الخاصية الأولى تتمثل فى الاتساع والامتداد فى منطقة متجانسة مثل سطح محيط أو سطح قارة يسوده نمط ضغط جوى متماثل بحيث تستغرق الكتلة الهوائية فترة لاكتساب خصائصه، فالكتل الهوائية المدارية تتكون فوق مناطق من المحيط واليابس تسودها نظم الضغط الجوى المرتفع دون المدارى Subtropical high.

وتتمثل مناطق المصدر الرئيسية للكتل الهوائية القطبية فى الأسطح البحرية والقارية التى تسودها نظم الضغط المرتفع دون القطبى Subpolar high –Pressure Systems .

وبشكل أساسى فإن تصنيف الكتل الهوائية تعتمد على نوع السطح فى منطقة المصدر ودرجة حرارته، فقد تكون الكتلة الهوائية بحرية Maritime أو قارية Continental، مدارية Tropical

أو قطبية Polar أو متجمدة Arctic وباردة Cold أو دافئة Warm*. وكما عرفنا فإن الكتلة الهوائية عندما تترك مصدر تكونها تتعدل وتتغير خصائصها ببطء، وعندما تتحرك الكتلة الباردة تتعرض للدفء مما يجعلها تتميز بعدم الاستقرار، على العكس من ذلك فإن الكتلة الدافئة تتعرض للتبريد أثناء تحركها مما يجعلها تتميز بالاستقرار. وتأخذ الكتلة القطبية الرمزينcP، والقطبية البحريةmp، والمتجمدة القارية cA، والقارية المدارية cT، والقارية البحرية mT، مثل تلك التى تمر على غرب أوروبا (mT) فى شهرى مايو ويوليو مما يؤدى إلى تكون الضباب فى جنوب وغرب بريطانيا أثناء قدومها،كذلك يحدث اضطراب وعدم استقرار فى الجو عندما تمر كتل بحرية قطبيةmP، شمال شرق الأطلنطى متحركة باتجاه الجنوب فوق مياه دافئة.



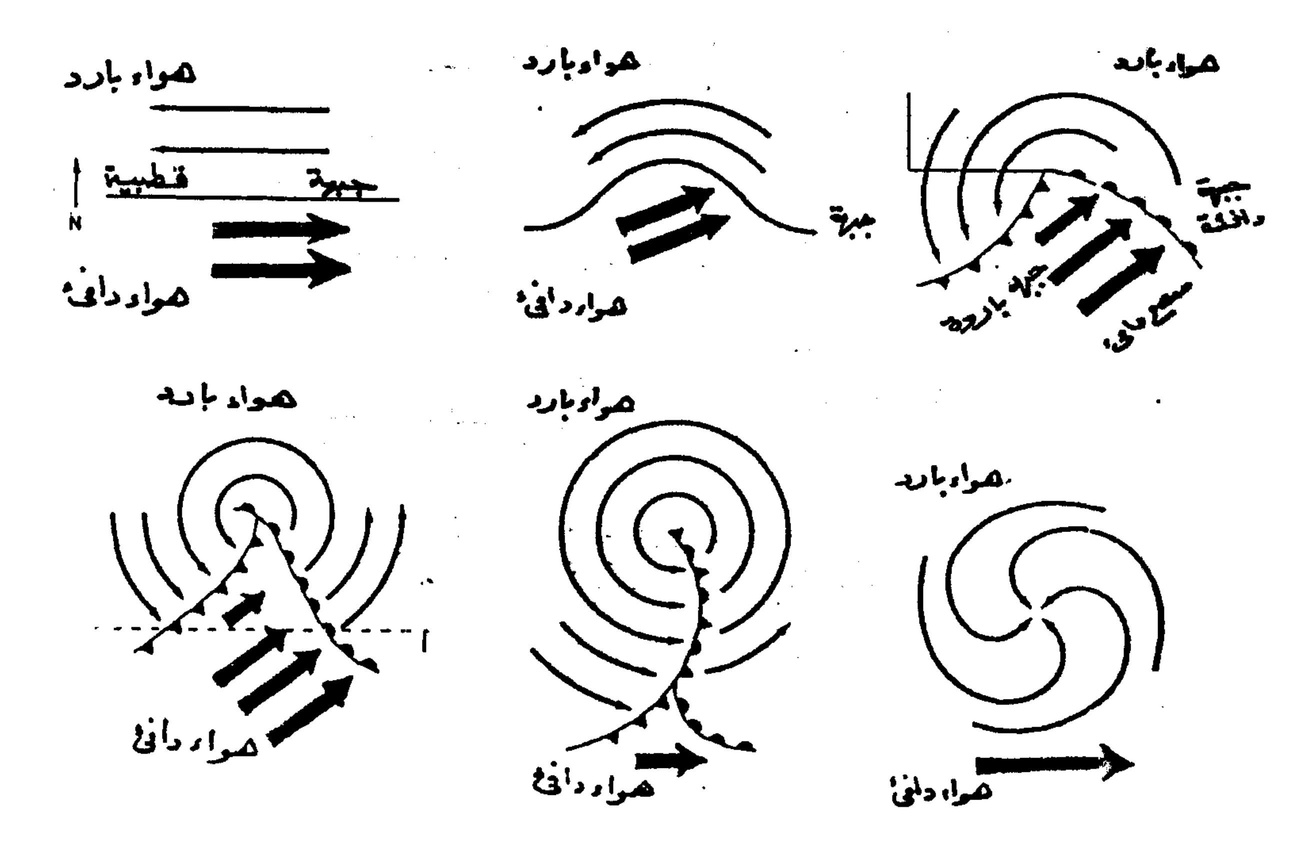
شكل (٢٩) التوزيع الجغرافى للكتل الهوائية فى العالم

*جدير بالذكر أن برودة أو دفء الكتلة الهوائية تتميز بالنسبية، ومن ثم فإن الكتلة الباردة هى الأبرد من الأسطح التى تمر عليها والكتلة الدافئة أدفأ من الأسطح التى تعبرها.

ثانيا – الأعاصير Cyclones وأضداد الأعاصير Anticyclones:

عندما تلتقى كتل هوائية من مصدرين مختلفين فإن الظروف هنا تكون ملائمة لتكون الجبهات فى عملية تعرف بنشأة الجبهة Frontogensis، وتعد الجبهة القطبية أنشط الجبهات حركة فى الغلاف الجوى، حيث تتكون وتتطور بها منخفضات Depressions (أعاصير) وتبدو هذه الجبهة فى شكل مجموعة من الجبهات يتكون بعضها فوق اليابس والبعض الأخر فوق المحيطات، ومن الجبهات أيضاً الجبهة المدارية؛ وتتكون قرب خط الاستواء مع التقاء كتل هوائية لا تختلف عن بعضها كثيراً فى خصائصها من حرارة ورطوبة وسرعة، ولذلك فهى من الجبهات الضعيفة الهادئة ذات الأثر المناخى المحدود.

وفى أقصى الشمال وأقصى الجنوب توجد الجبهة المتجمدة. أما الأعاصير وأضداد الأعاصير Anticy clones؛ فتظهر فى شكل دوائر مغلقة وتسود الأعاصير بشكل خاص بين دائرتى عرض ٣٥-٦٥ شمالاً وجنوباً، ولذلك فهى تتحرك مع اتجاه الرياح الغربية السائدة فى هذه العروض، وتختلف أحجام الأعاصير ولكنها عادة ما تغطى مساحات واسعة تزيد فى كثير من الأحوال على مليون كيلومتر مربع.



شكل (٣٠) مراحل تكون الإعصار

- تكون الأعاصير :

كما اتضح من الشكل السابق رقم (٣٠) يبدأ تكون الإعصار عندما تتقابل كتلة هواء دافئة رطبة مع كتلة هواء باردة وجافة فيحدث تفوق للهواء الدافئ على الهواء البارد فى نطاق الجبهة (جبهة الالتقاء)، ومع استمرار هذا التفوق يزداد الإعصار نمواً وقوة، ويسود الهواء الدافئ المدارى فى جزئه الجنوبى الشرقى بينما الهواء البارد الجاف القطبى فى جانبيه الغربى والشمالى الغربى، ويصعد الهواء الدافئ فوق الهواء البارد على طول الجبهة الدافئة، بينما يتقدم الهواء البارد باتجاه الجنوب ليدفع الهواء الدافئ إلى أعلى، ويحل محله فى منطقة الجبهة الباردة، ويستمران فى تقدمهما نحو بعضهما البعض إلى أن تلتقى الجبهتان، وفى النهاية يمتلئ الإعصار (بمعنى يغطى الهواء البارد على الهواء الدافئ ويدفعه إلى أعلى). وعادة ما تأتى الأمطار فى مصاحبة الإعصار (محمد صبرى محسوب، ٢٠٠٤، ص ١٥٦) بينما يسود هواء بارد وسماء صافية أثناء مرور ضد الإعصار والأخير عبارة عن كتلة من الضغط الجوى المرتفع يكون مركزها أكثر الأجزاء ضغطاً ثم يقل الضغط نحو الأطراف ويكون الاختلاف بين المركز والإعصار نحو نصف بوصة فى المتوسط. كما أن ضد الإعصار عادة ما يغطى مساحات أوسع من تلك التى يغطيها الإعصار إلى جانب أنها أبطأ فى تحركها وقد تبقى مستقرة لبضعة أيام .



شكل (٣١) دورة الرياح فى الأعاصير وفى أضداد الأعاصير

وبشكل عام فإن ضد الإعصار Anticyclone يشبه فى نمطه الأيزوبـــارى Isobaric pttern ذلك النمط فى الإعصار ولكن الضغط يكون مرتفعاً فى مركزه ويتناقص باتجاه الخارج عكس الحال مع الإعصار. ويوضح الشكل المرفق رقـــم (٣١) دورة الريـــاح The Wind Circulation فى الأعاصير وفى أضداد الأعاصير حيث يلاحظ حركات الهواء فى الإعصار نحو المركز ونحو الخـــارج ضد الإعصار فى حركة حلزونية Clockwise وذلك فى انحراف على يمين اتجاهها فى نصف الكـــرة الشمالى وعلى يسار اتجاهها فى نصف الكرة الجنوبى .

راجع الشكل التالى رقم (٣٢) الذى يبين أقاليم ومسالك الأعاصير المعتدلة والعواصف المدارية (Bunnet, R, 1965, P.130) حيث تبرز الأعاصير والمنخفضات الجوية فى نطاق الرياح الغربيـــة وتتسبب عن التقاء الهواء البارد من الأقاليم القطبية بالهواء الدافئ الرطب من الأقـــاليم المداريـــة. وعادة ما يسبب أمطاراً غزيرة للأقاليم الساحلية وتحول الجو إلى طقس مضطرب. والأمطار الـــتى تشهدها الساحل المتوسطى فى مصر من النوع الإعصارى سابق الذكر وتـــراوح ســـرعة تحـــرك الأعصار ما بين ٣٠ و ٦٠ كيلومتر فى الساعة.



شكل (٣٢) مسالك الأعاصير المعتدلة والعواصف المدارية

ثالثاً- العواصف المدارية Tropical Storms :

تتكون العواصف المدارية والتى أحياناً ما يطلق عليها الأعاصير المدارية فى نطاق الرياح التجارية Trade winds حيثما تبدأ هذه الرياح فى الاختفاء فى نطاق الرهو الاستوائى Doldrums وعادة ما تتحرك فى الاتجاه الغربى (من الشرق إلى الغرب) وتتميز بانخفاض حاد فى الضغط الجوى، وقد أطلق عليها كريتشفيلد الأعاصير أو الهيريكين Hurricanes. وبسبب حدة انخفاض ضغطها تكون شديدة السرعة وذات قوة تدميرية بالغة .

وتختلف العواصف المدارية عن أعاصير العروض المعتدلة فى عدة جوانب أهمها ما يلى :

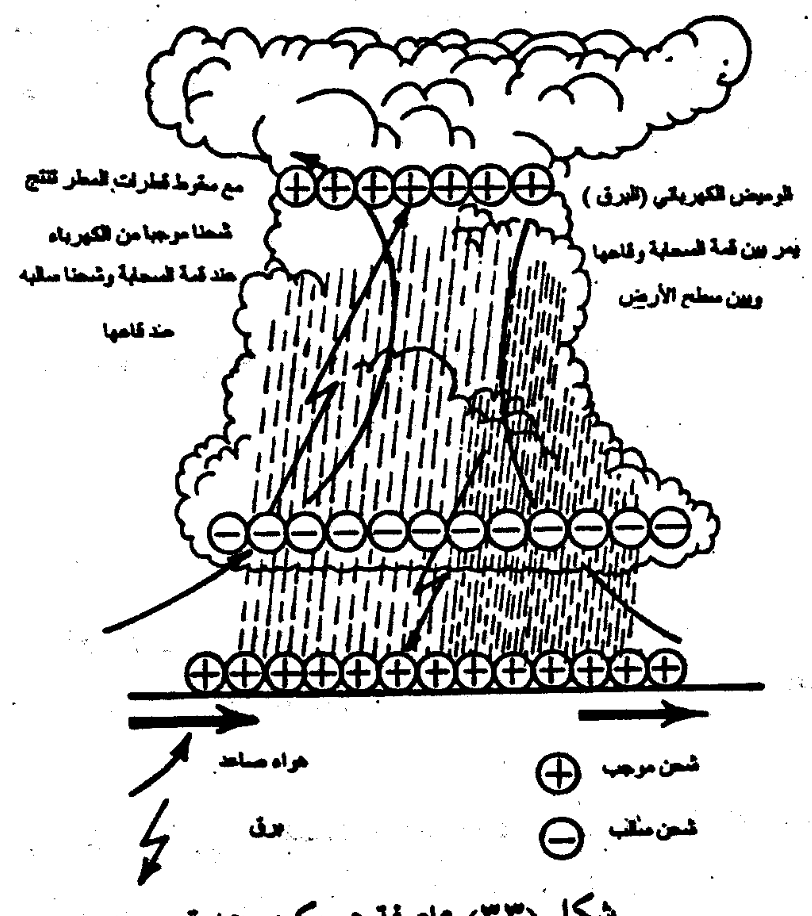
١-أن العواصف المدارية ليس لها جبهات Fronts .

٢-انخفاض الضغط الجوى داخل العواصف المدارية حيث يصل الضغط البارومترى حدة الأدنى فى مركز الهيريكين (٩٠٠ مللبار فقط) .

٣-عادة ما يكون المطر غزيراً فى المناطق التى تتعرض للعواصف المدارية باستثناء مركز العاصفة الذى دائماً ما يكون جافاً، وقد سجلت فى إحدى مرات هبوب الهيريكين كمية مطر يومى قدرها ١٠٠٠ ملليمتر .

٤-يتميز مركز الإعصار فى العروض المعتدلة Temperate Latitudes بأنه منطقة هواء صاعد Convectional air، بينما فى عين العاصفة المدارية يحدث هبوط هوائى.

٥-تقل أحجام العواصف المدارية بالمقارنة بالأعاصير فى المناطق المعتدلة حيث تبلغ أقطار العواصف المدارية ما بين ١٥٠-١٠٠٠ كيلومتر تحيط بمركز الإعصار (عين الإعصار) اتساعه نحو ٢٥ كيلومتر تعلوه سحابة ركامية برجية Towering cumulus. والواقع أن طاقة التصعيد تأتى مرة أخرى من التكاثف وإطلاق الحرارة الكامنة Latent heat. ويقدر بأن الطاقة الداخلة فى الهيريكين نتيجة التكاثف تساوى عدة آلاف من القنابل الذرية (Wilcock, D, 1983, p.136) كما تبلغ كمية الرطوبة بها خمسة ملايين طن أو أكثر .



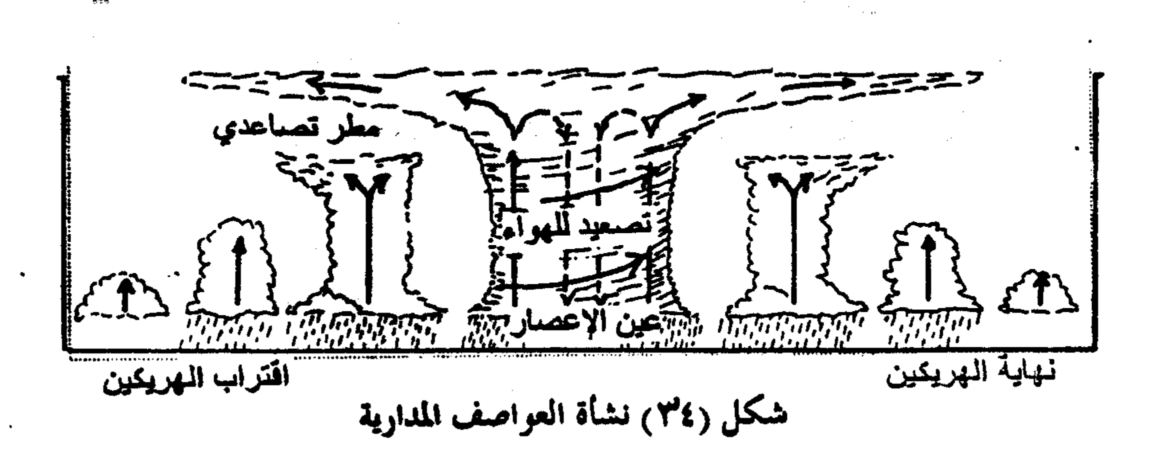
شكل (٣٣) عاصفة هيريكين رعدية

كما تبلغ سرعة الهيريكين أكثر من ١٢٠ كيلومتر فى الساعة تصحبها أمطار غزيرة وغمر بحرى عاصف Surge وأمواج ترتفع إلى أكثر من خمسة أمتار تسبب تدميراً شديداً للمناطق التى تتعرض لها. وعندما تجتاز مياه المحيط تصبح أقل عنفاً بسبب تناقص بخار الماء بها، والحقيقة أنه من الصعب الفهم الكامل للهيريكين ونشأتها وبداية تكونها فالهيريكين تتكون عندما تنتقل جبهة الالتقاء المدارية بعيداً عن خط الاستواء ما بين دائرتى عرض ٥-١٠ْ شمالاً وجنوباً فوق المسطحات المائية (المحيطية) حيث ترتفع درجة الحرارة إلى ٢٧ درجة مئوية، وتلعب قوة كريولى دورها فى زيادة قوة هذه العواصف المدارية، وعادة ما تتركز هذه العواصف (الهيريكين) فى الأجزاء الغربية من المحيطات (الشكل السابق رقم ٣٣) ويبلغ سمك الطبقة المشبعة بالرطوبة أكثر من ٢٥٠٠متر بينما يصل فى

الأجزاء الشرقية المقابلة ١٢٥٠متر فقط، أما عن كيفية بداية تكون الهيريكين فكما ذكرنا أنفاً فإنها ما زالت غير معروفة على وجه اليقين حتى الآن، ورغم ذلك يمكن أن نشير فيما يلى لظروف نشأة العواصف المدارية وخطوط تحركها (مسالكها) .

أ-نشأة العواصف المدارية ومسالك تحركها :

كما ذكرنا تنشأ العواصف المدارية على الجوانب الغربية للمحيطات فى المياه الدافئة بمنطقة الركود الاستوائى* حيث يحدث نشاط تصعيد لتيارات هوائية مشبعة بالرطوبة المتبخرة من المحيط مما يساعد كثيراً فى حدوث عدم استقرار. وعادة ما نجد أن هذه العواصف تنشأ أساساً خلال الفصل الذى تتحرك فيه منطقة الركود الاستوائى إلى أبعد وضع لها من خط الاستواء حيث يتضح هنا أثر قوة كريولى فى انحرافها وتولد الحركة الدورانية التى تميزها، وعادة ما يكون ذلك فيما بين دائرتى عرض ١٠-٢٠ تقريباً فى نصفى الكرة الأرضية (طريح شرف، ١٩٨٨، ص١٦٣) وفى الأغلب يكثر مرورها فى فصلى الصيف والخريف، أما بالنسبة لمسالكها فإنها تتجه بشكل عام من الشرق إلى الغرب ثم تنحرف نحو الشمال فى نصف الكرة الشمالى ونحو الجنوب فى نصف الكرة الجنوبى شكل رقم (٣٤) .



شكل (٣٤) نشأة العواصف المدارية

*لا تتولد عند خط الاستواء ذاته حيث لا يحدث عندها الانحراف الكافى للرياح لأحداث الحركات الدورانيه التى تميز العواصف المدارية .

ب-التوزيع الجغرافى للعواصف أو الأعاصير المدارية وأسماؤها المحلية :

١-منطقة البحر الكاريبى وخليج المكسيك :

تعرف العواصف المدارية هنا باسم الهيريكين وتتولد فوق خليج المكسيك أو فوق البحر الكاريبى أو بالمحيط الأطلنطى الجنوبى (يوسف فايد، ١٩٨٩، ص٨٥)، ويبدأ موسم هبوبها فى واخر الصيف وأوائل الخريف، وأكثر الشهور تعرضاً لها هما شهرا سبتمبر وأكتوبر، ولكل عاصفة تاريخ حياة وأدوار يتتبعها رجال الأرصاد الجوية ويراقبون حركتها، وتبلغ دورة حياتها أسبوعاً . (Knapp,R. etal, 19 , p52)

وتبلغ سرعة الهيريكين أكثر من ١٢٠ كيلومتر فى الساعة تصحبها أمطار غزيرة وغمر بحرى عاصف وأمواج ترتفع إلى أكثر من خمسة أمتار تسبب تدميراً شديداً للمناطق التى تتعرض لها، وعادة تفقد جزءً كبيراً من طاقتها عندما تنتقل إلى اليابس حيث تفقد العامل الرئيسى فى تكونها وهو بخار الماء، وقد تتجدد العاصفة بمرورها فوق الماء مرة أخرى .

٢-منطقة البحر العربى وخليج البنغال :

بالنسبة للبحر العربى فإن نصيبه السنوى من العواصف المدارية لا يتعدى فى الغالب عاصفتين وذلك خلال موسمين يتوافقان عادة مع فترات هدوء الرياح الموسمية، أما خليج البنغال فيتعرض سنوياً لنحو عشر عواصف مدارية، يبدأ موسمها فى يونيو وينتهى فى نوفمبر، ويتركز معظمها فى شهرى يوليو وأغسطس، وهى عواصف مدمرة تؤدى إلى عرقلة الملاحة وإغراق السواحل والأراضى المنخفضة المظاهرة لها .

٣-جنوب المحيط الهندى (شرق جزيرة مدغشقر) :

يبدأ موسمها فى ديسمبر وينتهى فى أبريل ومتوسط عددها سبع مرات سنوياً .

٤-بحر الصين وحول جزر الفلبين :

يبلغ عددها نحو ٢٢ عاصفة فى السنة، تحدث فى الفترة من شهر يوليو حتى أكتوبر وإن كانت قد تظهر فى أى شهر من السنة، وتعرف بالتيفون Typhoon غرب المحيط الهادى وتعرف

باسم "باجايـــو" Baguious حول جزر الفلبيـــن، وعادة ما تصاحبها أمطار غزيرة وتبلغ سرعتها ١٢٠ كيلومتر فى الساعة.

٥-جنوب المحيط الهادى شرق أستراليا وحول جزر فيجى :

تعرف هنا باسم الولى ولى Willy Willy ،أكثر الشهور تعرضاً لها ما بين شهر ديسمبر وأبريل وتحدث مرتين فى السنة تقريباً .

٦-الترنيدو Tornado :

عاصفة رعدية Thunder Storm غاية فى العنف، وهى الأنواع الفريدة من العواصف المحلية، تبدو قمعية الشكل مكونة من عنق ضيق جداً من دوامات هوائية غاية فى السرعة الدورانية، تبدو كأنها مدلاة من سحب بركانية باتجاه سطح الأرض، وإن كانت تمسه مساً خفيفـــاً دون الارتكـــاز عليه، وهى صغيرة الحجم بشكل ملفت يتراوح قطرها ما بين مائة متر وأقل من كيلومتر ونصف، ويرجع عنفها البالغ برغم صغرها إلى السرعة البالغة للحركة الدورانية للهواء حول مركزها بدرجة يصعب معها بل يستحيل قياسها، ويقدر بأنها تبلغ ٣٠٠ عقدة (٥٠٠ كيلـــومتر فى الســـاعة) إلى جانب الانخفاض الحاد للغاية للضغط الجوى فى مركز الإعصار، ولذلك فهى عندما تمر بمنطقة مـــا فإنها تدمر كل ما بها من مظاهر بشرية والكثير من المظاهر الطبيعية* .

وقد تنفجر المبانى التى تمر بها الترنيدو وذلك بسبب الهبوط المفاجئ الحاد للضغط الخارجى، كما يمكنها رفع أشياء وحيوانات وإلقاؤها بعيداً فى طريق هبوبها، فقد أمكن لإحدى العواصف من نوع الترنيدو التى هبت فى عام ١٩٣١ رفع عربة قطار بركابها (١١٧ نسمة) بارتفاع ٢٤ متراً والقذف بها بعيداً عن الخط الحديدى (الأحيدب، ١٩٩٢، ص٧٠) .

---

*عادة ما يقتصر التدمير بفعل الترنيدو على شريط ضيق يتجاوز عرضه يتجاوز عرضه قليلاً قطر دائرة العاصفة ذاتها بينما تختفى أى أثر تدمير لها خارجه .

-نشأة الترنيدو :

يزداد هبوبها فى فصلى الربيع والصيف أواخر الأول وأوائل الثانى، وعادة مـا تهـب خـلال الساعات المتأخرة من النهار حتى منتصف الليل، وتتحرك عادة من الغرب إلى الشـرق، وإذا مـا مرت على مسطحات مائية فإنها تؤدى إلى اضطرابها بشدة مع خروج المياه واندفاعها إلى أعلـى فى شكل نافورات قد ترتفع إلى خمسين متراً بقطر ثمانية أمتار مع تدلى مخروط طويل من السحاب نحو الأرض، وهاتان الظاهرتان الأخيرتان تكثران فى خليج المكسيك.

وتأتى الترنيدو نتيجة لعملية تسخين لهواء مشبع بالرطوبة يؤدى إلى تصعيد شديد له فى شـكل عمود هوائى بضغوط شديدة الانخفاض* .

ويرى البعض أن الترنيدو تحدث نتيجة التقاء كتلتين مختلفتين تماماً فى خصائصهما الحرارية وفى درجة تشبعهما ببخار الماء وكذلك فى اتجاه التحرك.

-مناطق الترنيدو :

تظهر فى مناطق مختلفة من العالم منها ساحل غانا الاستوائى وتعرف هنا بالترنيـدو الأفريقـى، وتنتج عن التقاء رياح الهرمطان الجافة القادمة من الشمال (النطاق الصحراوى الحـار) بالريـاح الموسمية القادمة من الجنوب ويصاحبها مطر غزير مصحوب برعد وبرق شديدين، كما قد تظهر فى آسيا وأمريكا الجنوبية وأستراليا، ولكن أكثر مناطقها حوض المسيسبى الأدنى والأوسط بالولايـات المتحدة الأمريكية، وهى تنشأ هنا نتيجة لتقابل تياران هوائيان، الأول قادم من الشـمال ببرودتـه وجفافه عبر سهول المسيسبى المفتوحة والثانى حار ورطب يهب من خليج المكسيك.

وخلاصة القول فى العواصف المدارية أنها تتميز بالخصائص التالية:

١-قبل وصول العاصفة يصبح الهواء مستقراً، وترتفع درجة الحرارة ونسبة الرطوبة فى الجو.

٢-وعند وصول الدوامة الهوائية Vortex تظهر الرياح المزمجرة وتظهر سحب كثيفة .

---

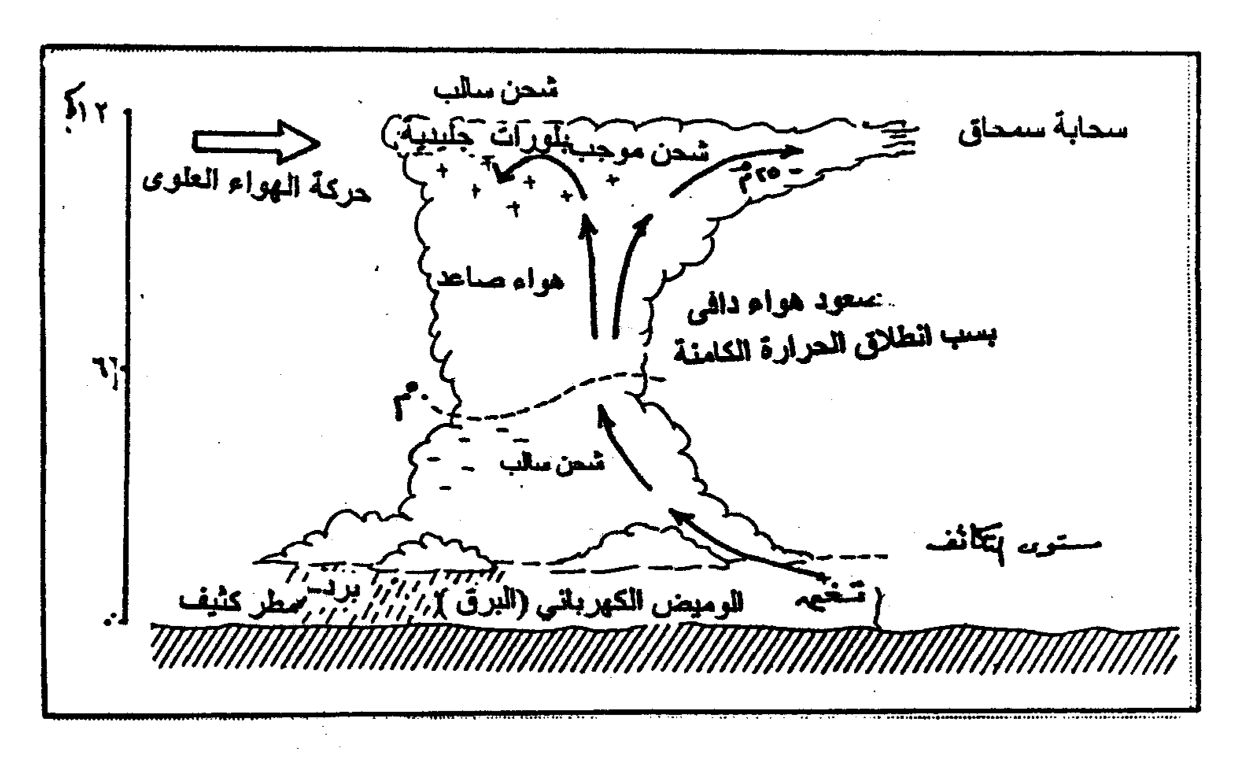
*يتراوح الفارق فى الضغط الجوى بين مركز الترنيدو وأطرافها نحو مائة مليبار وقد تنشأ الترنيدو فى عاصفة منفردة أو فى مجموعة من العواصف .

٣-تزداد الرياح عنفاً وتحدث جشـــنات مرتفعـــة Upward surges تصـــل ســـرعة الريـــاح ١٢٠كيلومتر فى الساعة .

٤-تظهر سحب كثيفة للغاية وتسقط أمطـــار ســـيلية Torrential Ranis وتتنـــاقص الرؤيـــة Visibility لعدة أمتار.

٥-عند وصول عين الإعصار يسود الهواء ليعود العنف ثانية مع مرور العين ويعود سقوط الأمطار الغزيرة وهنا تهب الرياح فى اتجاه عكس اتجاهها عند وصول مقدمات العاصفة .

ويوضح الشكل التالى رقم (٣٥) تركيب العاصفة المدارية نلاحظ منه :



شكل (٣٥) تركيب العاصفة المدارية وحركة الهواء داخلها

أن عين الإعصار (العاصفة المدارية) هادئة، مع وضـــوح السحب الكثيفة والريـــاح الرعديـــة العنيفة فى مقدمتها وفى مؤخرها، ويبلغ قطر العاصفة وفقاً للرسم التصويرى بالشكل السابق ما بين ٥٠-١٠٠ميل (٨٠-١٦٠كيلومتر) مع ظهور تموجات منخفضة فوق سطح البحر الذى تكونت فوق العاصفة .

رابعاً – ظاهرة El Nino*:

تعرف باختصار بأنها اضطراب فى نظم الغلاف الجوى المحيطى وذلك بالنطاق المدارى من المحيط الهادى، وتحدث ظاهرة النينو من تفاعل الطبقات السطحية من مياه المحيطات والغلاف الجوى الذى يعلوها Overlying Atmosphere .

فهى فى الواقع ظاهرة معقدة تمثل نتاج تفاعل لعمليات فيزيائية معقدة وإن كانت تتمثل فى تفاعل بين الهواء والبحر يتميز بعدم الاستقرار .

هذا النظام يتذبذب بين الدفء (النينو) والظروف العادية (المحايدة) Netural conditions مع دورة زمنية تتراوح تقريباً بين ٣و٤ سنوات. مع الأخذ فى الاعتبار أن القوى الخارجية الناتجة عن الطفوح البركانية Volcanic Eruptions سواء كانت مغمورة Submarine أو أرضية (فوق سطح اليابس) ليس لها أى علاقة بالنينو، كما أن البقع الشمسية Sunspot لم يحدد بعد ما إذا كان لها دور أم لا حتى الآن .

وتحدث ظاهرة النينو غالباً بشكل غير منتظم كل سنتين أو سبع سنوات وإن كانت تختلف فى قوتها وتأثيرها وفترة حدوثها (مدة حدوثها) من واحدة إلى أخرى، ومع حدوثها بالنطاق المدارى بالمحيط الهادى إلا أنها قد تظهر بالمحيط الهندى .

وجدير بالذكر أن النينو تسبب أضراراً كبيرة حيث تسبب المجاعات والموت فى بعض الدول مثل بيرو حيث ينتج عنها الجفاف Drought والفيضانات Floods ونقص الأسماك فى مناطق حدوثها مما يؤثر على الطيور البحرية التى يعتمد عليها فى غذائها، وكثيراً ما تتعرض الغابات فى أستراليا وأندونيسيا للحرائق .

ولكى نتفهم النينو جيداً يمكن أن نعرض بإيجاز للظروف المناخية العادية ثم ما يحدث لها عند ظهور النينو.

---

*يعد الصيادون فى مياه المحيط الهادى أمام السواحل الغربية لأمريكا الشمالية أول من أدركوها وذلك عندما ظهرت مياه دافئة بشكل غير طبيعى بالمحيط الهادى وذلك قرب بداية العام (ولذلك تعرف بالأسبانية بالطفل الصغير) باعتبارها تظهر قرب عيد الكريسماس.

الرياح التجارية نحو الغرب عبر المحيط الباسيفيكي وهذه الرياح تعمل على دفع وتسرب المياه الدافئة السطحية غرب الباسيفيكي بحيث يرتفع منسوب سطح البحر ... بالإكوادور بمقدار نصف المتر. وتكون درجة حرارة المياه السطحية ٨ درجات مئوية زيادة في الغرب، والتي تتميز بكونها معتدلة باردة بالساحل الأمريكي الجنوبي وذلك بسبب ... الثاني (الانبثاق السطحي للماء) **Upwelling** للمياه الباردة العميقة وهذه المياه الباردة غنية بالمواد الغذائية **Nutrient-rich** مما يؤدي بدوره لوفرة الأحياء البحرية وتنوعها ومن ثم تتميز بمناطق رئيسية لصيد الأسماك أمام سواحل بيرو وشيلي. ويحدث تساقط (أمطار) غزيرة بمناطق المياه الدافئة بينما يكون شرق الباسيفيكي جاف نسبياً.

وفي أثناء حدوث النينو تهدأ الرياح التجارية في النطاق الأوسط الغربي من المحيط الباسيفيكي مما يؤدي إلى تولد هبوط حراري في شرق الباسيفيكي مع ارتفاع حراري في الغرب ... الأمر يؤدي بالضرورة إلى تناقص في حدوث التقلب الرأسي للمياه ومن ثم حدوث نقص في المواد الغذائية الضرورية للأسماك شكل رقم (٣٦) كنتيجة لارتفاع درجة حرارة المياه السطحية.



شكل (٣٦) الحالة عند حدوث النينو

إن ضعف الرياح التجارية أثناء حدوث النينو ترتبط بأمطار غزيرة فى مناطق المياه الدافئة تجـاه الشرق ومع تعرض بيرو لأمطار غزيرة بينما تتعرض أندونيسيا بجانب أستراليا للجفاف .

والواقع أن تزحزح مصدر حرارة الجو الذى يعلو المياه الأدفأ ينتج عنه تغيرات كـبيرة فى دورة الرياح السطحية حول الكرة الأرضية والذى بالتالى يحدث تغيرات فى الطقس بأقاليم بعيـدة عـن نطاق النينو المدارى بالمحيط الباسيفيكى مثل الجفاف فى أفريقيا (منطقة الساحل الإفريقى) .

وجدير بالذكر أن النينو تتجه لزيادة عدد العواصف المداريـة Tropical Storms بـالمحيط الهادى (الباسيفيكى) .

ففى حالة حدوث نينو فى عام ١٩٨٢-١٩٨٣ حدثت فيضـانات غزيـرة فى بـيرو وزادت الأمطار فى كيب تاون فى جنوب إفريقيا بينما تعرضت الفلبين وأندونيسيا ونيوغينيا ونيوكاليـدونيا ونيوزيلاند وأستراليا للجفاف .

الفصل الخامس

الرطوبة فى الجو

ا — التبخر .

ب — النتح .

جـ — التبخر — النتح .

د — الرطوبة المطلقة والرطوبة النسبية.

هـ — التكاثف (السحب — الضباب — الندى — الصقيع).

و — التساقط

مقدمة :

يستمد الهواء رطوبته من خلال التبخر Evaporation والنتح Transpiration، بينما يفقدها من خلال التساقط Precipitation.

وفيما يلى دراسة لعناصر ومظاهر الرطوبة فى الغلاف الغازى القريب من سطح الأرض .

أولاً – التبخر Evaporation :

يحدث نتيجة ارتفاع درجة الحرارة تطاير جزيئات بخار الماء Vapour Water فى الهواء، وأهم ما يرتبط بالتبخر أن جزيئاته المتطايرة تختزن بعض الطاقة الحرارية الممتصة من الجو، ولكونها تختزن داخل الجزيئات ولا ترتبط بكتلة الماء التى تعرضت للتبخر فإنها تظل مختزنة فى شكل حرارة كامنة Latent Heat*، وعندما يصل التبخر إلى مناسب مرتفعة بالغلاف الغازى يبرد ويتكثف ثانية فى شكل قطيرات مائية Droplets، ومن ثم تخرج الحرارة الكامنة إلى الجو مما يؤدى إلى تدفئته، وعلى ذلك فإن التبخر يكون بمثابة عملية تتحول فيها الطاقة الشمسية Solar energy إلى طاقة حرارية مختزنة وإن كان جزء من الطاقة الشمسية المستخدمة فى عملية التبخر يتحول إلى طاقة كامنة، وحيث أن قطرات الماء فى السحب بها طاقة كامنة تتناسب مع حجمها وارتفاعها فإنها عندما تسقط على الأرض تتحول الطاقة الكامنة إلى طاقة حركية للمطر تزيد من فعاليته فى نحت التربة ونقلها على أسطح السفوح المواجهة للمطر .

والتبخر قد يتم عند أية درجة حرارة بين نقطتى التجمد والغليان Freezing and Boiling Point، ويعد بخار الماء من الغازات الخفيفة فى كثافتها النوعية وهو غير مرئى ويعد أساس التساقط بأنواعه المختلفة.

---

*توجد ثلاث خصائص لبخار الماء فى الهواء :

١–ضغط بخار الماء فى الهواء Vapour Pressure ويتناسب طردياً فى الهواء مع مقدار ما يوجد منه عالقاً فى الجو ووحدة قياس المليمتر زئبق ويطلق على ضغط بخار الماء فى الهواء عند وصوله لدرجة التشبع (بضغط التشبع) وفى هذه الحالة لا يمكن للهواء تحمل أى زيادة أخرى من بخار الماء.

٢–كمية الرطوبة المطلقة أو الكلية تتوقف على درجة حرارة الهواء وتوفر مصادر الرطوبة .

٣–الرطوبة النسبية وسوف تذكر تفصيلاً فيما بعد .

ويقاس التبخر فى المراصد بواسطة جهاز بيشى Piche ويتمثل فى صورة أنبوب زجاجى مدرج مملوء بالماء تغلق فتحته بورق نشاف وتعلق مقلوبة بحيث ينشع النشاف الماء فيتبخر ويتناقص داخل الأنبوب متمشياً مع معدلات التبخر، وتحدد كمية المياه المتبخرة خلال اليوم. وهناك مقياس أكثر دقة ينتشر فى محطات الأرصاد خاصة فى المزارع التجريبية والعلمية وهو عبارة عن حوض قطرة حوالى المتر ويملأ بالماء ويعرض للجو ويتم قياس مقدار الفاقد بالتبخر.

ثانياً - النتح Transpiration والتبخر - نتح Evapotranspiration :

يشبه النتح التبخر ولكنه أكثر منه تعقيداً، ففى عملية النتح تمتص جذور النبات ماء التربة ليتحرك إلى أعلى خلال ممرات ميكروسكوبية فى خلايا النبات، وأخيراً ينتشر فى الجو من خلال خروجه من مسامات صغيرة فى الأوراق تسمى بثغور Stomata يبلغ عددها ٥٠,٠٠٠ فى السنتيمتر المربع من الورقة، وهذه المسامات تنفتح فى النهار لتحصل على ثانى أكسيد الكربون Dioxide لإتمام عملية التمثيل الضوئى، وعند انفتاحها يخرج منها الماء الداخل فى مكونات النبات، ويتبخر فى الجو ويتحرك الماء من التربة ليحل محله .

وهكذا باختصار فإن حركة الماء فى التربة خلال النبات ثم إلى الجو فيما يطلق عليه مصطلح تيار النتح Transpiration stream، وهذا الانتقال الرأسى للمياه يحمل معه المخصبات الغذائية Nutrients من التربة ويوزعها فى النبات لكى يستمر فى نموه أما أثناء الليل فتنغلق هذه المسامات حيث لا يوجد تمثيل ضوئى بطبيعة الحال ومعنى ذلك أن النتح لا يتم إلا نهاراً عكس التبخر الذى يتم طوال النهار والليل ...

بالنسبة للتبخر – نتح فإن التبخر لا يتم من أسطح المحيطات والبحار والمسطحات المائية الأخرى فقط ولكنه يتم بشكل مباشر من سطح التربة، ونظراً لعدم إمكانية قياس التبخر والنتح منفصلين فى المناطق الزراعية لذا يطلق على قياس العمليتين مجتمعتين قياس التبخر – نتح .

من المعروف أنه عند درجة حرارة معينة يكون هناك حد أقصى لكمية بخار الماء التى يمكن أن يستوعبها الهواء، وعندما يصلها يطلق عليه هواء مشبع Saturated air، وفى حالة التشبع يمكن

جزيئات الماء الدخول فى الغلاف الغازى ولكنها تصطدم مع الجزيئات الموجودة بالفعل ومن ثم تفقد طاقتها وتسقط ثانية على السطح الذى قدمت منه عن طريق التبخر أو النتح وعندما تساوى الجزيئات المائية الداخلة فى الهواء مع الجزيئات الساقطة على الأسطح سابقة الذكر فإن الهواء يكون مشبعاً ببخار الماء ولا يكون هناك أى فاقد من المياه الأرضية أو بمعنى آخر لا يكون هناك تبخر – نتح، فيما يعرف بالتوازن الديناميكى Dynamic equilibrium وعندما تأتى رياح خفيفة جافة تهب على سطح التبخر – نتح فإنها تعمل على توزيع بخار الماء على سمك أكبر من الهواء .

ثالثاً- الرطوبة المطلقة Absolute humidity الرطوبة النسبية Relative humidity:

الرطوبة المطلقة تقيس كثافة بخار الماء الفعلية فى الجو وعادة ما يعبر عنها بالجرام فى المتر المكعب أو بمعنى أخر تمثل الرطوبة المطلقة وزن بخار الماء فى الموجود فى المتر المكعب من الهواء بالجرامات.

أما الرطوبة النسبية فيقصد بها نسبة بخار الماء الموجود فى الهواء إلى أقصى كمية يتشبع بها الهواء عند نفس درجة الحرارة ويمكن الحصول عليها من المعادلة التالية :

$$\text{الرطوبة النسبية} = \frac{\text{الرطوبة المطلقة}}{\text{ضغط بخار الماء المشبع}} \times ١٠٠$$

ويمكن تعريفها بصيغة أخرى بأنها تمثل كمية بخار الماء الفعلية فى الهواء بالنسبة للكمية التى يمكن للهواء أن يستوعبها عند نفس درجة الحرارة.

فعلى سبيل المثال إذ افترضنا أن رطوبة الهواء النسبية فى منطقة ما تساوى ٧٥٪ معنى ذلك أن الهواء به ٧٥٪ مما يمكن أن يستوعبه من بخار ماء عند نفس درجة الحرارة .

وحيث أن التبخر – نتح يعد مصدر الرطوبة الرئيسى فى الغلاف الغازى فإن محتوى الهواء من بخار الماء يقل بالارتفاع حيث يقدر بأنه على ارتفاع ٧٥ متراً تصبح الرطوبة المطلقة نحو ٨٥٪ من قدرها عند مستوى سطح الأرض .

وجدير بالذكر أن مسطح التبخر نتح (المصدر الرئيسى أو الأصلى لمياه التساقط) يستقبل مطراً أقل مما يتبخر منه؛ ويرجع ذلك إلى أن بخار الماء يتحرك تحركاً أفقياً على سطح الأرض بفعل الرياح السطحية يشبه فى ذلك انتقال الحرارة حتى أنه فى المناطق الحارة الرطبة والتى تتعرض لصعود هوائى وسقوط أمطار نجد أن الانتقال الأفقى لبخار الماء والحرارة يتميز بفعاليته الكبيرة.

فعلى سبيل المثال نجد أن حوض نهر المسيسبى يستقبل ١٠% فقط من جملة أمطاره السنوية من التبخر – نتح وعمليات التصعيد الهوائى المحلية، وطبقاً لكل من **Barry** و**Chorley** فإن النسبة الباقية تأتى عن طريق الانتقال الأفقى لبخار الماء، وتقدر كمية المياه الناتجه عن التبخر والنتح فى العالم بنحو ٣٣٦ ألف كيلومتر مكعب، ٨٤% منها من مياه البحار والمحيطات والنسبة الباقية من التبخر والنتح من المسطحات المائية والنباتية على سطح الأرض وذلك وفقاً لتقديرات كل من ليوبولد **Leopold** وديفز **Davis** .

وبصفة عامة يقل التبخر فى المناطق الاستوائية بينما يزداد على المسطحات المحيطية فى العروض شبه المدارية **Subtropical Latitudes** حيث السماء صافية بما يسمح لأشعة الشمس بالوصول إلى سطح المحيط دون إعاقة، فالبحر الأحمر يفقد سنوياً ٣,٥متر من مائة بالتبخر مما يؤدى إلى ارتفاع نسبة ملوحة الأرض مثلما الحال فى الصحارى المدارية الحارة وذلك لعدم وجود مياه لكى تتبخر بينما تصل معدلات التبخر فى الأقاليم الرطبة إلى أكثر من ١٠٠ ملليمتر حيث أن معدلات التبخر وكمية الرطوبة فى الهواء ترتبط بتوفر مصادر الرطوبة خاصة المسطحات المائية أو المناطق المزروعة. كما أنها ترتبط بدرجة استقرار الجو .

وكثيراً ما تنخفض الرطوبة النسبية إلى حدها الأدنى فى المناطق المدارية الجافة خاصة فى فصل الصيف، وعادة إذا ما قلت عن ٥٠% فى هذه الحالة يكون الهواء جافا. أما فى المناطق المدارية الساحلية فترتفع الرطوبة النسبية فى الجو وتصل أحياناً إلى درجة التشبع مثلما الحال فى سواحل البحر الأحمر خاصة تلك المحددة من الداخل بحافات جبلية حاجزة .

رابعاً - التكاثف Condensation :

يحدث التكاثف عند هبوط درجة الحرارة فى المناطق ذات الهواء المشبع ببخار الماء والأخير هو أساس كل مظاهر التكاثف التى تحدث بالغلاف الجوى. وعندما تنخفض درجة الحرارة إلى ما دون نقطة الندى يتحول بخار الماء من حالة غازية إلى حالة سائلة أو متجمدة تبعاً لانخفاض درجة الحرارة. ومن ثم فإن نقطة الندى Dew point نظرياً هى درجة الحرارة التى يحدث عندها التكاثف، ولكى يتكثف بخار الماء فإنه يكون بحاجة إلى أسطح للتكاثف والذى يظهر فى الصباح الباكر – عقب ليلة صافية – على الحشائش والأعشاب فى شكل قطرات الندى، وفى حالة انخفاض درجة الحرارة إلى ما دون درجة الصفر المئوى يتكون الصقيع Frost ويحدث التبريد للهواء حسب قدرته على الارتفاع وكذلك حسب مقدرته على غزو المناطق ذات الضغط المنخفض. وفى هذا النوع من التبريد الأدياباتى Adiabatic* . تزداد الرطوبة النسبية ويحدث التشبع، ولكى يحدث التكاثف فى هذه الحالة فمن الضرورى وجود نويات عبارة عن جزيئات دقيقة معلقة فى الهواء من رماد بركانى Volcanic Ash وغبار قادم من الأراضى الجافة ودخان المصانع والحرائق الغابية وذرات ثانى أكسيد الكربون وذرات الملح وغيرها، وكلها تمثل نويات للتكاثف.

ونظراً للكثافة المنخفضة لهذه النويات فإنها تسقط على الأرض ببطء بعد أن تظل معلقة فى الهواء لفترات طويلة وذلك لأن سرعة تيارات الهواء الصاعدة تفوق معدلات سقوطها إلى الأرض. ويرى كل من Barry و Chorley أن هناك مليون نوية فى كل لتر من الهواء فوق المحيطات ونحو ٥ مليون نوية فى كل لتر من الهواء فوق سطح القارات .

---

* يطلق على معدل انخفاض درجة الحرارة بالارتفاع مصطلح Environmental Lapse Rate ويقصد به معدل هبوط درجة الحرارة مع الارتفاع وهو نحو ٦ْم لكل ١٠٠٠ متر وإن كان يختلف من منطقة إلى أخرى، ولكى نفهمهما نحدث تصور كتلة هوائية صاعدة فإن ما حدث لها عبارة عن تمدد للكتلة واندفاع جزيئات الهواء بها نحو المجال الهوائى المحيط بها ونتيجة لهذا التمدد تظهر جزيئات الهواء المتحرك لمسافات أبعد مما يؤدى إلى نقص طاقتها الحركية ومن ثم تهبط درجة حرارتها بسبب هذا الانتشار فيما يعرف بالتبريد الأدياباتى .

والواقع أن التكاثف يحدث عند أو قرب مستوى التشبع حتى بدون نويات للتكاثف ولكن هذه الحالة ينقصها التماسك عكس الحال إذا ما كانت هناك نويات متوفرة فى الجو، حيث أن قطيرات الماء Water droplets ليست هى قطرات المطر Rain drops، فالأخيرة تمثل تجمعاً من قطيرات الماء ويقدر بأن قطر نوية التكاثف يبلغ ميكرونين وقطر قطيرة الماء عادة ما يكون أقل من ٤٠ ميكرون بينما قد يصل قطر قطيرة المطر ٢٠٠٠ ميكرون تحتوى على مئات النويات .

مظاهر التكاثف :

١-السحب Clouds :

تتكون السحب من مليارات من قطيرات الماء أو الثلج المعلقة فى الهواء – تتراوح أقطارها بين ٢٠ و ٥٠ ميكرون – وبسبب صغر أحجامها فإن الهواء يستطيع أن يحملها، وتتمكن الرياح من تحريكها، وتشبه تماماً الضباب، والفرق بينهما فى ارتفاع الأولى عن سطح الأرض. بينما الضباب يلامس سطح الأرض مباشرة .

وللسحب أهميتها فى كونها مصدر التساقط بأشكاله المختلفة إلى جانب كونها تمثل عاملاً من عوامل ضبط الميزانية الحرارية للأرض .

وتنقسم السحب من حيث نشأتها إلى نوعين النوع الأول وهى السحب المتصاعدة Convective Clouds (وهى السحب المتعلقة بالحمل الحرارى) والنوع الثانى الطبقى Stratus.

والهواء فى النوع الأول يكون عنده القدرة على الصعود الرأسى بمعدل سريع أما فى الحالة الثانية يتم فيها تصاعد الهواء ببطء وهدوء مثلما الحال فى حالة صعود هواء دافئ فوق هواء بارد عندما يتقابلان .

وعادة ما يحدث فى حالة النوع الأول انفصال للكتلة الهوائية عما يحيط بها من مجال هوائى نتيجة لوجود مظاهر تضاريسية بارزة مثل الجبال .

ويبدأ تكون السحب عندما يصعد الهواء للسببين السابقين إلى ارتفاعات عالية فى نطاق عدم استقرار .

ويوضح الشكل التالى رقم (٣٧) أنواع السحب حسب ارتفاعها وأشكالها وكيفية نشأتها، وهى على النحو التالى .



شكل (٣٧) أنواع السحب حسب ارتفاعها وأشكالها وكيفية نشأتها

***السحب المرتفعة (٦-١٢كيلومتر) :**

وتتكون من السمحاق والسمحاق الركامى، الأولى وهى السمحاق Cirrus تبدو فى السماء فى شكل ريش الطائر وتتكون أساساً من بللورات للجية، ونظراً لصغر سمكها فلا يكون لها ظل على الأرض ولا تحجب الشمس أو القمر .

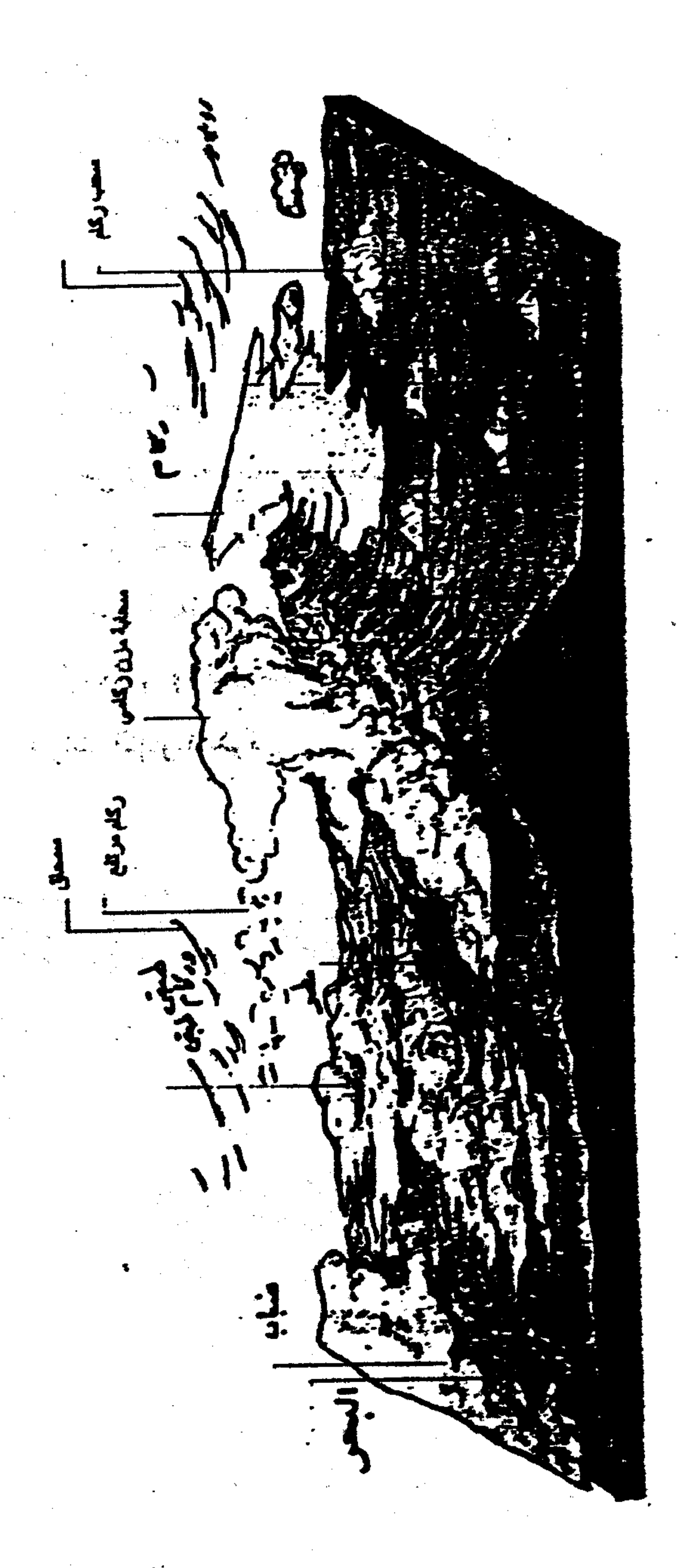
أما السمحاق الركامى Cirro Cumulus فتظهر متقطعة وتبدو فى شكل قطع بيضاء متناثرة فى السماء بلونها الأزرق. وقد يمتد السمحاق فى شكل متصل كطبقة رقيقة بيضاء وفى هذه الحالة يعرف بالسمحاق الطبقى Cirro Stratus.

***السحب متوسطة الارتفاع :**

يتراوح ارتفاعها ما بين (٣-٦كم) وأهم أنواعها الركام متوسط الارتفاع Alto Cumulus يبدو فى السماء فى صورة كتل متجمعة أو فى تموجات كثيفة وإذا ما ظهرت كثيفة فإنها يكون لها ظل على الأرض ويدل وجودها على إمكانية حدوث اضطراب فى الجو. والطبقى متوسط الارتفاع Alto Stratus يظهر بلون ضارب للزرقة أو الرمادى وتبدو متلاصقة فى شكل طبقة سميكة تمنع وصول أشعة الشمس إلى الأرض وعادة ما ينتج عنها مطر وتساقط ثلجى . ويوضح الشكل التالى رقم (٣٨) أمثلة لأنواع السحب فى الهواء أعلى سلسلة جبلية مع ملاحظة تحرك الهواء من الغرب إلى الشرق نلاحظ منها أنها تبدأ بسحب مزن طبقى لتصبح فوق السلسلة فى شكل مزن ركامى لتتحول فى الجانب المظاهر إلى سحب طبقى ومنخفض ومتقطع .

***السحب المنخفضة :**

لا يزيد ارتفاعها على ثلاثة آلاف متر وقد تظهر قريبة جداً من سطح الأرض. ومن أنواعها سحب الركام Cumulus وتبدو فى شكل كتل ضخمة فى شكل ثمرة القرنبيط مع تباين أحجامها وارتفاعها وعادة ما تتكون فى فترة ما بعد الظهر نتيجة للتصعيد الهوائى، وقد تصحبها سقوط رخات من الأمطار Showers . وهناك المزن (المزن الركامى) وتكون أضخم حجماً متراكمة فوق بعضها بسمك كبير جداً وتتكون من بللورات ثلجية فى أغلب الأحوال وينتج عنها سقوط أمطار غزيرة مركزة كما قد يرتبط بها سقوط ثلجى كثيف. وتوجد كذلك من أنواع السحب المنخفضة الطبقى وهو عبارة عن غطاء علوى سميك من السحب التى تشبه الضباب المرتفع والركام الطبقى Strato Cumulus والأخيرة قد يتسبب عنها سقوط الأمطار .



شكل (٣٨) أنواع السحب فوق سلسلة جبلية

٢- الضباب Fog :

الضباب نوع من السحب المنخفضة القريبة من سطح الأرض أو الملاصق لها. وينتج أساساً عن تكاثف بخار الماء فى الهواء قرب سطح الأرض وهو عبارة عن ذرات مائية دقيقة متطايرة فى الهواء.

ويمكن تحديد نوعين من الضباب (النوع الناتج عن التبريد والنوع الثانى الناتج عن التبخر) . النوع الأول ويتكون من الضباب الإشعاعى والضباب الناتج عن الانتقال الحرارى Advectional Fog وضباب أعالى السفوح Up Slope Fog والضباب المختلط والضباب البارومترى. وينتج الضباب الإشعاعى عن تبريد بخار الماء نتيجة للإشعاع الأرضى Terrestrial Radiation ونتيجة لذلك نجده يقتصر على المناطق الداخلية (القارية) التى تتعرض لانخفاض فى درجة حرارتها مما يؤدى إلى تبريد للهواء الملامس لسطح الأرض الذى فقد حرارته مما يؤدى بدوره لتكاثف بخار الماء به وتكون الضباب الإشعاعى والذى عادة ما يظهر بوضوح فى ليالى الشتاء الباردة مع زيادة كثافته آخر الليل وفى فترات النهار المبكرة .



شكل (٣٩) ضباب الإنتقال الحرارى (بحرى) على ساحل كاليفورنيا

أما الضباب الناتج عن الانتقال الحرارى شكل رقم (٣٩) فيحدث عندما يمر الهواء الدافئ الرطب فوق سطح بارد مثلما يحدث عادة على السهول الساحلية المدارية الجافة خاصة تلك التى تمر أمامها تيارات محيطية باردة Cold Oceanic Currents مثل سواحل موريتانيا حيث تيار كناريا البارد وصحراء ناميبيا والتى يمر أمامها تيار بنغويله البارد وكذلك صحراء أتكاما فى بيرو وصحراء غرب أستراليا وغيرها.

ويحدث ضباب أعالى السفوح نتيجة لعملية تصعيد تدريجى للهواء نحو أعالى المنحدرات الجبلية، وقد يتحول هذا الضباب إلى سحاب طبقى منخفض إذا ما تعرض لاضطرابات جوية .

ويتكون الضباب المختلط عندما يتقابل هواء بارد مع هواء دافئ رطب وخاصة فى منطقة الجبهات، وينتج الضباب البارومترى عندما يهبط الضغط الجوى حيث يبرد الهواء تبريداً ذاتياً.

وبالنسبة للنوع الثانى من الضباب الناتج عن التبخر فقد قسمه Crichfield إلى قسمين القسم الأول يعرف بدخان البحر Sea Smoke*، ويحدث عندما تتبخر المياه بعد تعرضها لهواء شديد البرودة . والقسم الثانى يتضمن الضباب الجبهى Frontal fog، حيث يسقط المطر على طول الجبهة خلال هواء دافئ وجاف أسفل السحب ليتبخر ثم يتكثف ثانية فى الهواء البارد، ويتكون فى المدن نوع من الضباب يسمى السخام Smog ينتج عن اختلاط الدخان بالضباب خاصة فى المدن الصناعية والتى يكثر بها مظاهر التلوث الهوائى مثلما الحال فى مدن الخليج لعربى حيث تكثر معامل تكرير البترول وكذلك فى كثير من المدن الصناعية بالدول المتقدمة. ويعد الضبخان (السخام الكيماوى) أسوأ أنواعه. وإذا ما كان الضباب خفيفاً لا يحجب الرؤية لمسافة بعيدة فى هذه الحالة يعرف بالشبورة Mist وفيها لا تقل الرؤية عن كيلومتر واحد وهناك ضباب المدن يتكون نتيجة ركود الهواء وانخفاض الحرارة ينتج تكاثف لبخار الماء القريب من السطح يساعد على تكوينه انتشار ذرات الغبار والكربون .

---

*يعرف كذلك بضباب البحر *Sea fog* .

٣-الندى Dew :

قطرات مائية تظهر واضحة فى الصباح الباكر نتجت أساساً من تكاثف بخار المـاء فى الهـواء الملاصق لسطح الأرض وذلك لعدم قدرة الهواء على حمل بخار الماء عندما يصل إلى حالة التشبع بحيث يظهر فى شكل قطرات دقيقة على أى جسم صلب. يساعد على تكونه انخفاض درجة الحرارة وتشبع بخار الماء فى الهواء الملامس للأرض وسماء صافية فى الليالى الباردة مما يزيد من فعالية الإشعاع الأرضى، كذلك يجب أن تكون الرياح هادئة حتى لا يتحرك بخار الماء بعيداً .

٤-الصقيع Frost :

عندما تنخفض درجة الحرارة بشكل مفاجئ إلى ما دون الصفر المئوى* يتحول خلالها بخار الماء إلى بللورات ثلجية بشكل مباشر أى من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة مباشرة خاصة خلال الليالى الصافية، وكثيراً ما يشار إلى حالة الجو عندما تنخفض درجة الحرارة إلى ما دون الصفر المئوى بحالة صقيع حتى لو لم تتكون البللورات الثلجية. وهو من مظاهر التكاثف الضارة بالنسبة للنباتات خاصة الحساسة منها مثل الخضروات والفاكهة ويقاومه المزارعون بإيقاد النار حيث يساعد الدخان على حفظ الإشعاع الأرضى ومنع انخفاض درجة الحرارة إلى ما دون التجمد .

خامساً – التساقط Precipitation :

يأخذ التساقط أشكالاً مختلفة مثل المطر Rain والبرد Hail والثلج Snow .

١-المطر :

عندما يتكثف بخار الماء بالسحب نتيجة لانخفاض درجة الحرارة ويتحول إلى قطرات يزداد حجمها تدريجياً وعندما لا يستطيع الهواء حملها تسقط فيما يعرف بالمطر.

---

* عندما يحل الصقيع فى منطقة ما يرتبط به ما يعرف بالجفاف الفسيولوجى Physical Drought حيث يعمل التجمد على جفاف الأنسجة النباتية وصعوبة تحرك المواد الغذائية خلال التربة وإن كانت هناك نباتات مقاومة للصقيع Forst Resistant Plants تعيش فى بيئات تنخفض فيها درجة الحرارة إلى ما دون الصفر المئوى بـ١٥° حيث تتمتع بخصائص تساعد على سحب المياه من خلاياها لتمنع تكون الثلج وسحب المياه من تركيز البروتوبلازما التى تمنع التجمد (غنيمى، ٢٠٠١، ص٨٢).

ويعد المطر أهم مظاهر التساقط على الإطلاق لارتباطه بكل أشكال الحياة على سطح الأرض كما أن له دوزه بشكل مباشر وغير مباشر فى تشكيل سطح الأرض سواء بالتعرية النهرية أو بالانهيارات الأرضية وغيرها من عمليات التعرية الخارجية.

توزيع المطر :

يصعب للغاية تحديد أو تقدير المتوسط السنوى للمطر على سطح الأرض ككل، وإن كانت مع ذلك توجد بعض التقديرات الاجتهادية مثل تقدير Critchfield لكمية المطر السنوى فى العالم بـ٨٦سم وتقدير Penman له بـ١٠٠سم، وعادة ما يكون المطر غزير فى مناطق التقاء الرياح Convergence فى العروض المدارية حيث تتقابل التجاريات، وكذلك يغزر المطر على طول الجبهة القطبية، والمنطقتان السابقتان هما فى الواقع مناطق المطر الرئيسية فى العالم حيث التقاء الرياح السطحية الدائمة ببعضها، بينما يقل المطر كثيراً عند القطبين وفوق نطاقات الضغط المرتفع دون المدارى حيث يحدث هبوط وحالة استقرار جوى .

وتعد السواحل المواجهة للرياح Wind Ward Coasts من المناطق التى تتلقى أمطاراً بشكل أغزر بكثير من المناطق الداخلية فى نفس العروض، ويرجع ذلك إلى أن الرياح تأتى بالهواء المشبع ببخار الماء باتجاه اليابس، فإذا كانت هناك تيارات محيطية دافئة Warm currents تمر فوقها الرياح قبل وصولها إلى الساحل فإن الهواء فى هذه الحالة يزداد تشبعاً ببخار الماء وتتسبب عنه أمطار غزيرة عند صعوده إلى الساحل المواجه للرياح* مثلما هو الحال على ساحل البرازيل الشرقى وساحل جنوب شرق إفريقيا. أما عندما يمر تيار بارد أمام الساحل فيكون فى هذه الحالة سبباً فى تكون الضباب وقلة المطر حيث تبرد الكتلة الهوائية ويتكثف ما بها من بخار الماء على البحر قبل وصوله إلى اليابس .

بالنسبة للتباينات الحادة فى توزيع الأمطار فى العالم نجد مناطق لا يحدث فيها تساقط بأى نوع لفترات طويلة مثل بعض المناطق الصحراوية المدارية كالربع الخالى أو صحراء أتكاما أو مناطق

---

*خاصة عندما تظاهرة سلاسل جبلية مثلما الحال فى الساحل الغربى للهند (ساحل ملبار) حيث تمتد فى موازاته مرتفعات الغات الغربية .

واسعة من الصحراء الكبرى الإفريقية، بينما في مناطق أخرى تسقط الأمطار بشكل غزيرة على مدار السنة مثلما هو الحال في المناطق الاستوائية بحوض الأمزون أو جزر الهند الشرقية أو يسقط فصلياً مثلماً الوضع في الهند حيث الأمطار الموسمية الغزيرة وخاصة على السفوح الجنوبية لجبال الهيمالايا. ففي الهند تسقط ببلدة تشيرابونجي أمطار غزيرة، وقد سجلت بها أكبر كمية مطر سنوى في العالم (ملليمتر٢٦٤٦١سم أو ١٠٤٢ بوصة) تسقط منها خلال فصل الصيف ستة أشهر ٢٢٥٤ ملليمتر (٨٨٤بوصة) وكانت أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد ١٨٧٠ملليمتر (٧٤بوصة) سجلت في جزيرة رونيون Reunion بالمحيط الهندى .

أنواع المطر :

يوجد ثلاثة أنواع من المطر مرتبطة بعوامل تصعيد الهواء وتبريده – بما يحتويه من بخار ماء – إلى أعلى طبقة التروبوسفير شكل رقم (٤٠) .

*المطر الجبهى (المطر الإعصارى) Cyclonic Rainfall :

يتوافق هذا النوع من المطر مع جبهات كتلتين هوائيتين مختلفتين في خصائصها الحرارية ومدى الحمولة من بخار الماء بمعنى التقاء كتلة هوائية باردة وجافة مع كتلة هوائية دافئة ومشبعة ببخار الماء، حيث يصعد الهواء الدافئ فوق الهواء البارد إلى أعلى بحيث يتكثف بخار الماء وتسقط في شكل مطر إعصارى على طول الجبهات Frontal Rain . . شكل رقم (٤٠ أ) .

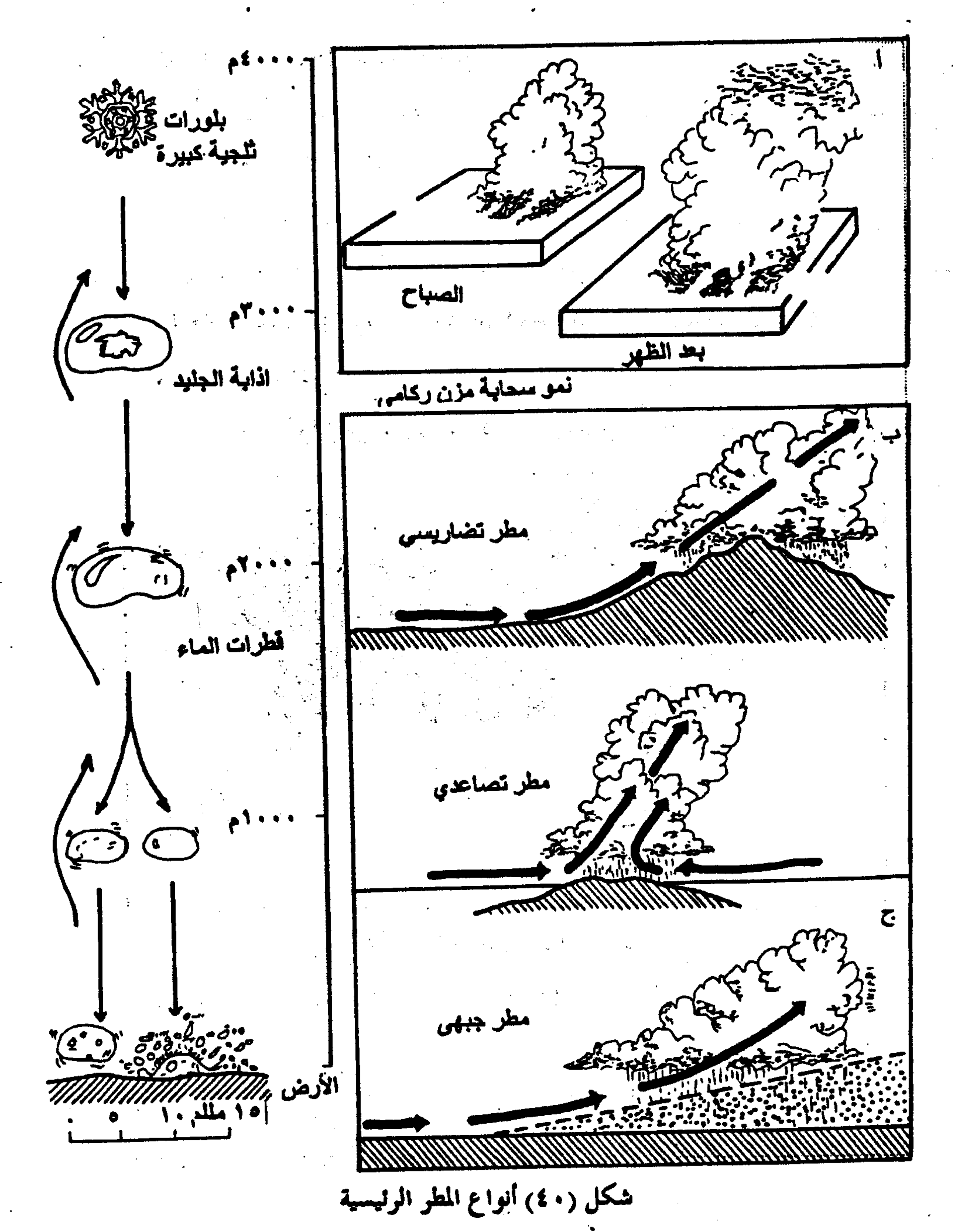
*المطر الحملى أو المطر التصاعدي Convectional rainfall :

وهو المطر المتعلق بالحمل الحرارى حيث تحدث تسخين شديد للأرض يسبب تصعيد هواء ساخن مشبع بالرطوبة إلى أعلى بحيث يتمدد ويبرد ثم يتكثف ما به من بخار ماء وتتكون قطرات المطر. وعادة ما يتميز هذا النوع من المطر بمصاحبته للرعد والبرق* وعادة ما يوجد في المناطق المدارية الحارة وتسقط أخر النهار بعد وصول تيارات الحمل الرأسية إلى أعلى وحدوث التكاثف داخل المزن الركامى .

---

* الرعد عبارة عن صوت شديد يقترن بالبرق (يأتى بعده) فهو صوت تفريغ البرق حيث تتولد حرارة شديدة تسخن الهواء فيتمدد بسرعة شديدة مؤدياً لهذا الصوت المعروف بالرعد وهو ما يسمع بعد البرق نتيجة لأن الضوء أسرع كثيراً من الصوت.

أما البرق فهو وميض ضوئي يسبق سماع الرعد ينتج عن تفريغ كهربائي مفاجئ يتم بين سحابة وأخرى أو بين أعلى سحابة (شحنات موجبه) وأدناها (سحابة سالبة)، يعرف بالصاعقة إذا ما تم التفريغ الكهربائى بين أسفل السحابة وسطح الأرض وعادة ما يرتبط بسحب المزن الركامى المطر .(راجع شكل رقم ٣٣).



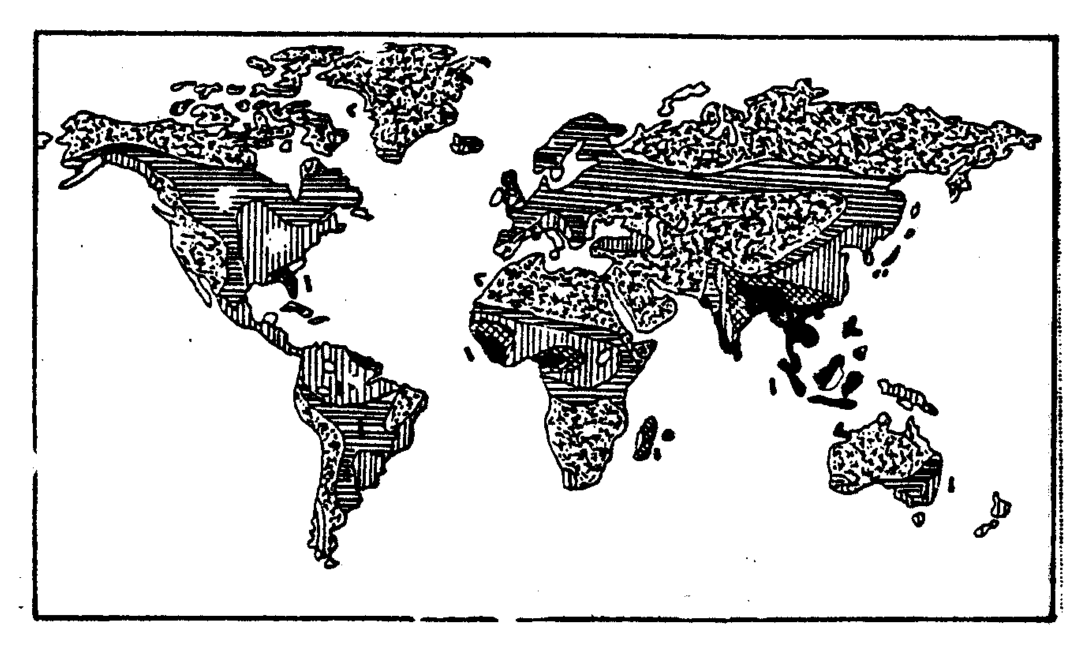
شكل (٤٠) أنواع المطر الرئيسية

***المطر التضاريسى Orogaphic rainfall :**

يحدث عادة حيثما تمتد سلاسل جبلية، خاصة على طول مناطق ساحلية مثل جبال أطلس فى بلاد المغرب العربى، حيث تصعد الرياح الرطبة الدافئة بعد اصطدامها بالجانب المواجه للرياح إلى أعلى المنحدرات فيحدث تبريد للهواء وتكاثف لبخار الماء وتكون سحب تزداد حمولتها من قطرات المطر كلما اتجهنا إلى أعلى قمم الجبال إلى أن تنقص كميته عن منسوب معين. وعادة ما تكون الجوانب الأخرى فى الاتجاه المضاد فى ظل الرياح Lee Wind ومحرومة من المطر. شكل رقم (٤٠ ب) .

أقاليم المطر فى العالم :

يوجد فى العالم خمسة أنواع من أقاليم المطر تبعاً لكمية المطر المستقبلة سنوية شكل رقم (٤١).



شكل (٤١) أقاليم المطر فى العالم

١-الأقاليم الأكثر رطوبة The wettest regions :

وهى التى تستقبل مطراً سنوياً أكثر من ٦٠ بوصة (+١٥٠٠مللم) وتوجد فى العروض الاستوائية (الأمزون والكنغو وجزر أندونيسيا وشبه جزيرة الملايو ونيوغينيا . وكذلك الأقاليم المدارية الموسمية Tropical Monsoon Regions .

تتمثل فى جنوب شرق أسيا، وشرق باكستان وشمال شرق الهند وغرب الهند وسريلانكا

والفلبين . إضافة إلى الأقاليم التى تستقبل الرياح الغربية (الغربيـات) Westerlies. ويتمثـل فى كولمبيا البريطانية وشمال غرب أوربا وجنوب شيلى ونيوزيلاند وتسمانيا .

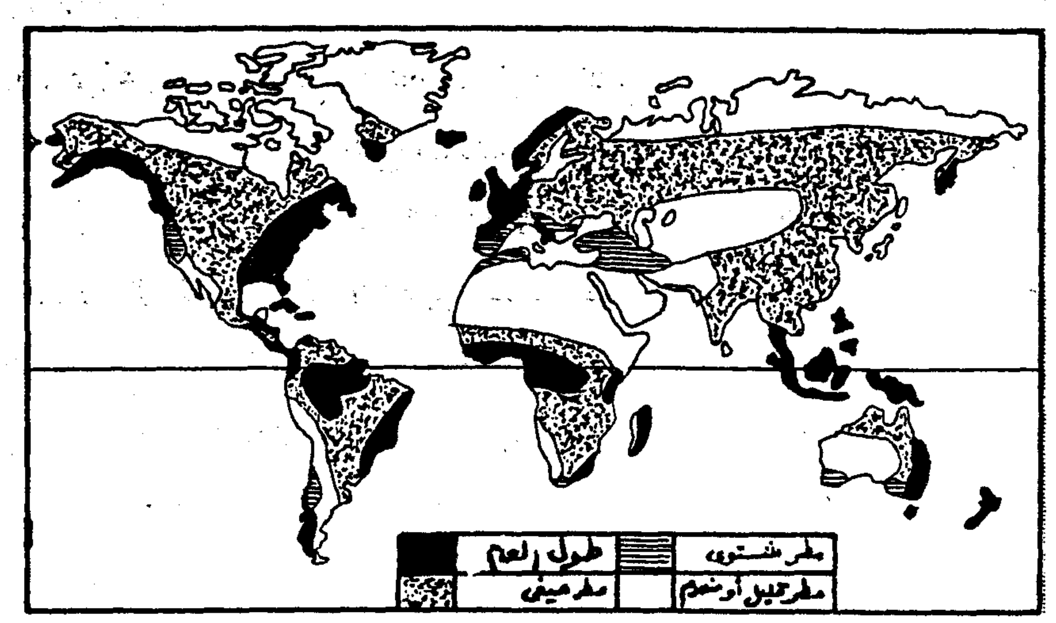
٢-الأقاليم الأكثر جفافاً The driest regions :

وهى التى تستقبل مطراً سنويا أقل فى كميته من ١٠ بوصات (٢٥٠ملليمتر) .

وتوجد فى المناطق التالية :

-المناطق الداخلية فى أمريكا الشمالية وأسيا .

-الأقاليم المتأثرة بالرياح التجارية الدائمة وهى صحارى شمال أفريقيا والجزيرة العربية وصـحراء كلهارى وغرب أستراليا وصحراء أتكاما وصحراء كاليفورنيا جنوب غرب الولايـات المتحـدة والسهول القطبية Arctic low lands شمال أمريكا الشمالية وجرينلاند وشمال أسيا .



شكل (٤٢) التوزيع الفصلى للمطر

وتوضح الخريطة بالشكل رقم (٤٢) التوزيع الفصلى للمطر فى مناطق العالم المختلفة يتضح منها أن هناك أربعة أنواع للمطر من حيث فترة سقوطه :

١-أقاليم تستقبل مطراً طوال العام وهى العروض الاستوائية، وبعض العروض المدارية، والأقـاليم الساحلية حيث تهب عليها رياح رطبة ممطرة .

٢-أقاليم تستقبل معظم مطرها فى الصيف وتتمثل فى معظم أسيا (باستثناء ماليزيا وأندونيسيا ونيوغينيا) وغرب أوربا وشمال أستراليا ومناطق تتاخم العروض الاستوائية فى أفريقيا وأمريكا الجنوبية ووسط أمريكا الشمالية .

٣-أقاليم معظم مطرها يسقط شتاءً وتوجد فى وسط كاليفورنيا ووسط شيلى وإقليم البحر المتوسط وجنوب غرب أفريقيا وجنوب غرب أستراليا .

٤-أقاليم قليلة المطر أو نادرة المطر :

تتمثل فى جنوب كاليفورنيا غرب الولايات المتحدة وصحارى أتكاما وكلهارى وصحراء شمال أفريقيا والجزيرة العربية وصحارى أسيا وصحراء أستراليا والصحارى القطبية Polar Deserts.

***الثلج Snow :**

عبارة عن بخار ماء متجمد حيث تتصلب ذرات الثلج عند تدنى درجة الحرارة لتصبح مثل ذرات الغبار، وتتميز بللورات الثلج بشكلها السداسى المتنوع وعندما تلتصق ببعضها تؤلف رقائق (روى ودكوك، مترجم، ١٩٨٤، ص٢٧) . وكل أشكال الثلج تنتج من بلورات الجليد Ice crystals فى السحب والتى لا تنصهر عند سقوطها. فعندما تنخفض درجة الحرارة بشدة تنمو بللورات الجليد ببطء وتكون صغيرة وصلبة فى شكل إبرى Needle-shaped بحيث تعطى ثلجاً مسحوقى Powdery Snow تسوقه الرياح بحرية وسهولة شكل رقم (٤٣) .

وعندما تنخفض درجة الحرارة إلى ما بين صفر و -٤ْم ويكون هناك بخار ماء بوفرة فى الهواء مع نويات مجمدة فإن الأخيرة تنمو بمعدل سريع لتكون بللورات جليدية شجيرية الشكل Dendritic Shaped Ice Crystals ، وعندما تتساقط على سطح الأرض تبدو فى الجو فى شكل أهداب الريش الأبيض الهش التى تسوقها الرياح بحرية حيث تتباطأ فى سقوطها بسبب هشاشتها وخفه وزنها لاحتوائها على الهواء الموجود فيما بين بللوراتها . وعندما تصل إلى الأرض وذلك فى الجهات الباردة أو فوق قمم الجبال العالية تغطى السطح بغطاء ثلجى سرعان ما يتحول إلى غطاء جليدى Ice Cover متماسك مستمر فى نموه فى العروض العليا الباردة أو فوق خط الثلج الدائم فوق القمم الجبلية بحيث يزداد سمكه .

وهناك مناطق من العالم مثل قمم جبال الروكى الأمريكية يسقط بها ما يتراوح بين ٥٠٠٠ و ١٠,٠٠٠ مللم من الثلج سنوياً. وقد سجلت محطة للأرصاد الجوية فى جبل رينيه فى ولاية واشنطن الأمريكية أكثر من ٣١,٠٠٠ مللم فى السنة. ولا يخفى علينا بعض الأخطار المرتبطة بالغطاءات الجليد مثل الانهيارات الجليدية فى الربيع أو الصيف عندما ترتفع درجات الحرارة ويتعرض لجليد للانصهار وتنهار كتل ضخمة من أعالى المنحدرات الجبلية وما ينتج عن ذلك من مخاطر على الطرق والمراكز العمرانية فى تلك المناطق .

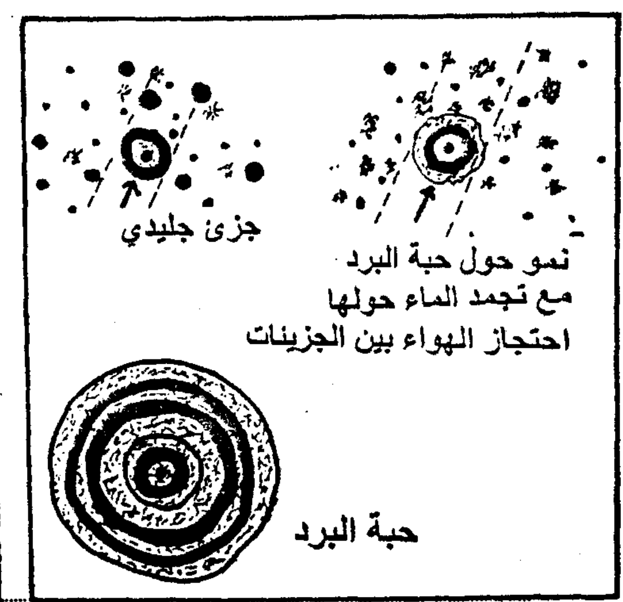
وجدير بالذكر فإن هناك أكثر من ١٠٠,٠٠٠ انهيار جليدى يحدث كل فصل شتاء فى النطاق الجبلى الغربى من الولايات المتحدة الأمريكية، ويوجد نوعان من الانهيارات هما الانهيار المسحوقى أو الغبارى Powder Avallanche وانهيار الكتل الجليدية (للاستزادة راجع المؤلف، ٢٠٠٢) .

***البرد Hail :**

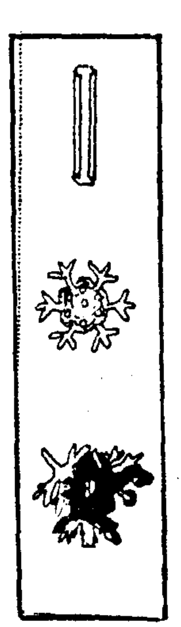
عبارة عن قطرات مطر متجمدة تتمثل فى حبات غالباً ما تكون مستديرة من الجليد يبلغ قطرها فى المتوسط ١٥ ملليمتر وقد يزيد إلى أكثر من ذلك بكثير، فقد كان قطر أكبر حبة تم قياسها ١٩٠ ملليمتراً ووزنها ٧٥٨جراماً وذلك فى مدينة كوفيفيل بولاية كانساس الأمريكية عام ١٩٧٠ (روى وودكوك، المرجع السابق، ص٢٧) .

ويتم تكون حبات البرد داخل السحب عندما تنخفض درجة الحرارة إلى ما دون الصفر وتقوى تيارات الحمل بشدة داخلها، حيث ترتفع قطرات الماء شديدة البرودة وتتجمد فى صورة كريات جليدية Ice Pellets عند مستويات مرتفعة شديدة البرودة (أقل من -٢٠°م) تلتصق بها جزيئات الجليد Ice Particles بحيث تكون طبقة غطائية حول الكرية الجليدية حاجزة جيوباً صغيرة من الهواء، وتظهر هذه الطبقة المغلفة لكرية الجليد بيضاء اللون غير لامعة Opaque، وعندما تسقط حبات البرد فإنها قد ترتفع ثانية بشكل بطئ بسبب ثقلها والذى يزيد مع ازدياد أحجامها فتسقط ثانية وقد يتكرر صعودها عدة مرات لينتهى بها الأمر للسقوط على الأرض (كما يتضح من الشكل التالى رقم(٤٣)الذى يوضح نمو كرية(حبة البرد) داخل السحابة والتى عادة ما تكون من نوع المزن الركامىCumulo Nimbusوهى السحب التى يرتبط تكونها بحدوث تيارات الحمل الصاعدة.

ويتسبب عن سقوط البرد أضرار بالغة مثل تحطم زجاج النوافذ والسيارات كما أن له آثاره الضارة على الزراعة. ويختفى البرد من العروض القطبية لاختفاء تيارات الحمل (الصاعدة) ويختفى كذلك من العروض الاستوائية لانصهاره قبل وصوله إلى الأرض نتيجة لارتفاع درجة الحرارة.







شكل (٤٣) نمو كريات البرد وبللورات الثلج

الفصل السادس

التصنيفات المناخية

وانواع المناخ فى العالم

التصنيفات المناخية الرئيسية
دراسة مختصرة

يقصد بتصنيف المناخ Climatic Classification* (التصنيف المناخى) تقسيم سطح الأرض إلى نطاقات متشابهة فى خصائصها المناخية العامة وإن كانت توجد بينها اختلافات تفصيلية حيث لا يوجد فى الطبيعة تطابق كامل فى الخصائص المناخية بين أى منطقتين، كما أن التباين هو السمة السائدة وليس التشابه المكانى .

ومن ثم فإن النطاق المناخى وفقاً لأى تصنيف ليس نطاقاً متصلاً ولكنه يتمثل ببساطة فى مناطق قد تكون متصلة وقد تكون متباعدة ولكنها تتشابه فى خصائصها المناخية العامة باعتبارها تقع جميعها فى عروض Latitudes واحدة وفى مواقع متشابهة .

وفيما يلى إيجاز لأسس تصنيف المناخ وفقاً لكل من كبن Köppen W. وتريوارثا Trewartha باعتبار الأول أكثر التصنيفات المناخية دقة، ومن أقلها تعقيداً، وباعتبار الثانى أقرب لتصنيف كبن المعروف .

أولاً – تصنيف كيبن للمناخ :

تم فى عام ١٩٣١ نشر كبن Köppen لكتابة فى التصنيفات المناخية التى اعتمدت فى تحديدها على دراسة المتوسطات الحرارية والمطرية الشهرية والسنوية والعلاقة الارتباطية بينها فى مناطق العالم المختلفة.

وعلى هذا الأساس قام كبن بتقسيم الأرض إلى خمسة أقسام مناخية كبرى أعطى لكل قسم منها حرفاً لاتينيا كبيراً وهى على النحو التالى :

* توجد العديد من التصنيفات المناخية منها تصنيف كبن وتصنيف أوستن ميللر *Miller A.* ١٩٤٤، وتصنيف ثورنثويت Thornthwaite ١٩٤٢، وتصنيف بيلى وغيرهم.

١) المناخ المدارى الممطر الذى يخلو من أى فصل للبرودة ويأخذ حرف A
٢) المناخ المدارى الجاف أو شبه الجاف ويرمز له بالحرف B
٣) المناخ المعتدل الدافئ الرطب وظروفه الشتوية المعتدلة وذلك بحرف C
٤) المناخ البارد الرطب مع شتاء شديد البرودة D
٥) المناطق القطبية التى تخلو من أى فصل دافئ وتأخذ حرف E

وفى المرحلة التالية تم تقسيم الأقاليم الخمسة الكبرى سابقة الذكر إلى أنواع مناخية أصغر معتمداً فى تقسيمه هذا على الاختلافات فى المطر والصور التوزيعية الشهرية والفصلية لها. وتم ترميز كل نوع منها بحرف لاتينى صغير يضاف إلى الحرف الكبير، وذلك على النحو التالى :

*النطاق دائم المطر يضاف أمامه (بجانبه الحرف الكبير) حرف f
*نطاق مطر فصلى مع مطر لا يقل عن ١٠سم فى أكثر الشهور جفافاً، يضاف حرف m
*نطاق جاف صيفاً يأخذ حرف (s) وهو نطاق الأستبس s
*نطاق جاف شتاء يأخذ حرف w

بالنسبة لما يرتبط بدرجة الحرارة فقد حددها كبين على النحو التالى :

*فصل صيف طويل يزيد على أربعة شهور مع زيادة أشدها حرارة على٢٢ْم، يأخذ حرف a
*صيف تتراوح درجة حرارة أحر شهوره ما بين ١٠-٢٢ْم يأخذ حرف b
*فصل صيف قصير تقل درجة حرارة أدفأ حرارة شهوره عند ١٠ْم يأخذ حرف c
*فصل شتاء بارد جداً تصل درجة حرارة أبرد شهورة إلى أقل من ٣٨ْم يأخذ حرف d

وفيما يلى إيجازاً للأقاليم المناخية وفقاً لتصنيف كبن :

***المناخ المدارى الممطر A :**

يمتاز هذا المناخ بارتفاع درجة الحرارة فى أى شهر من شهور السنة على١٨ْم كما يتميز بغزارة أمطاره.

وإضافة حروف صغيرة عليه تعنى اختلافات فى فصلية المطر وفى كميته، فالمناطق المناخية Af تتميز بمداريتها ومطرها الدائم الغزير الذى لا تقل كميته فى أى شهر من شهور السنة عن ٦سنتيمترات مع رتابته وانتظام فى خصائصه المناخية على مدار السنة . وAw ويتمثل فى مناخ مدارى ممطر صيفاً وجاف شتاءً وAm وهو المناخ الموسمى بخصائصه المعروفة يماثل Af فى غزارة أمطاره (كمعدل سنوى) ويماثل Aw بفصلية مطره .

***المناخ الجاف وشبه الجاف B :**

ينقسم إلى BW ويعني عند كبن المناخ الجاف وBS ويعني المناخ شبه الجاف .

إذا ما أضيف لأي منهما حرف h فيضفي عليهما صفة الحار فالمناخ BWh يعني المناخ المداري الجاف الحار والمناخ BSh يعني المناخ شبه المداري الحار. أما إذا أضيف إليها حرف k فيصبح الأول (BWk) المناخ الجاف البارد أو المعتدل، ويقل منها متوسط درجة حرارة السنوي عن ١٨ درجة مئوية (فهمي هلالي، المرجع السابق، ص٣٣٢) .

أما إضافة n أمام كل منهما فيعني ذلك أن الأول مناخ جاف ضبابي والثاني شبه جاف ضبابي ويطلق ذلك على النمط من المناخ الساحلي الذي يتعرض لتكون الضباب بسبب مرور التيارات المائية الباردة أمام سواحلها مثلما الحال على سواحل موريتانيا حيث تيار كناريا البارد ونفس الشئ أمام سواحل بيرو وسواحل غرب أستراليا .

***المناخ المعتدل الرطب C :**

يمكن تقسيمه إلى ثلاثة أنواع وفقاً لاختلاف حالة المطر وهي Cf ويعني المناخ الممطر طول العام مع كمية شهرية لا تقل عن ثلاثة سنتيمترات وCw مطره صيفي وCs وتشير إلى مناخ البحر المتوسط بمطره الشتوي وجفافه الصيفي .

***المناخ البارد الرطب D :**

يتميز ببرودته مع تساقط ثلجي شتاء، وأبرد شهوره تقل درجة حرارته عن ٣°م ومتوسط حرارة أدفأ الشهور يزيد على ١٠ درجات مئوية يضاف حرف w.

***المناخ المتجمد (القطبي) E :**

يمكن تقسيمه إلى مناخ ET وهو مناخ قطبي ذو فصل نمو لا تنخفض درجة حرارته عن الصفر المئوي ولا تزيد على عشرة درجات وEF وفيه تنخفض درجة الحرارة إلى ما دون الصفر المئوي على مدار العام.

هناك أقاليم حارة وأخرى باردة وأقاليم جافة وأخرى تتلقى أمطار على مدار العـام وأقـاليم أخرى تتلقى أمطاراً فصلية إما فى الشتاء أو فى الصيف أو فى أحد الاعتدالين .

ومن ثم فإن العالم يمكن على هـذا الأسـاس أن يقسـم إلى أقـاليم مناخيـة Climatic Regions، كل إقليم منها له خصائصه الحرارية وغط أمطاره ويبلغ عدد هذه الأقـاليم خمسـة وذلك وفقا لدرجة حرارتها. وهى الإقليم الحار والإقليم الدافئ والمعتدل والبارد وشديد الـبرودة وهذه الأقاليم أو النطاقات المناخية شاسعة المساحة .

وباستثناء النطاق الشديد البرودة فإن توزيع المطر أو التساقط على هذه الأقاليم ليس متمـاثلاً على كل النطاق الحرارى، أو بمعنى أبسط قد يكون جزءاً من النطاق أو الإقليم شديد الـبرودة – فإنها يمكن أن تقسم تقسيما ثانوياً Sub divided إلى أقاليم مطر .

وهذه الأقاليم التى تظهرها الخريطة المرفقة بالشكل رقم (٤٤) تعتمد على عنصـرى الحـرارة والمطر باستثناء المناخ الجبلى Mountain Climate. وهذه الخريطة توضح ١٨ نوعاً مناخياً لكل منها خصائصه المميزة والتى يمكن إبرازها باختصار فيما يلى :

أولاً – المناخات الحارة Hot Climates:

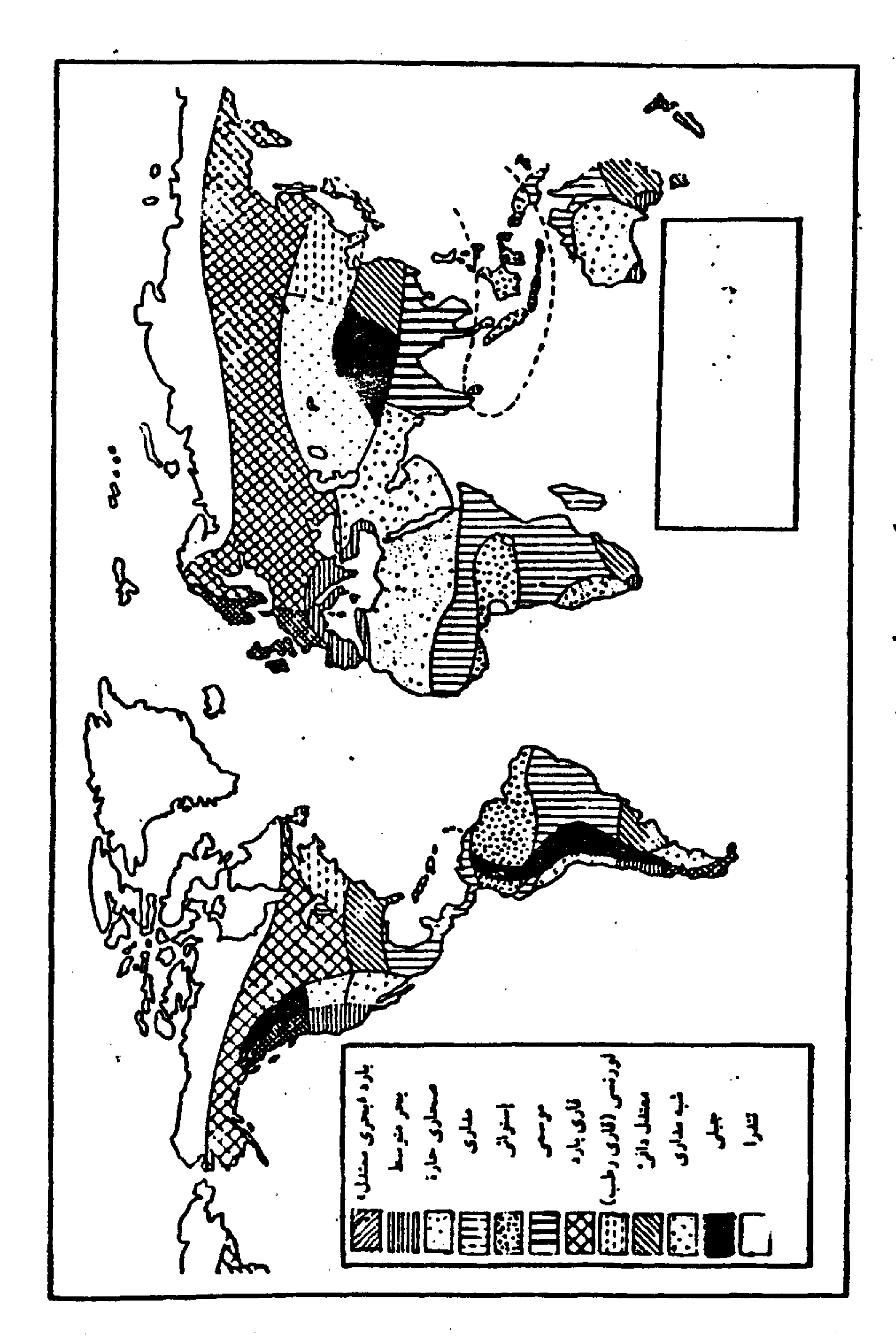
تتمثل فى المناخ الاستوائى Equatorial والسودانى والبحرى والموسمى Monsoon والصحراوى.

أ – المناخ الاستوائى Equatorial-Climate :

يتميـز بارتفاع درجة حرارته على مدار العام تبلغ خلال النهار نحو ٢٦,٥°م (٨٠°ف) ونحـو ٢١°م (٧٠°ف) .

تعمل السماء الملبدة بالغيوم على منع ارتفاع درجة الحرارة عن ٢٧°ف بينما فى الأقاليم المدارية الأخرى ذات السماء الصافية فإن درجة الحرارة قد تزيد على اكثر من ٣٧,٥°م (١٠٠°ف).

يتسـاقـط المطر كل يوم تقريباً أثناء فترة ما بعد الظهر عنـدما تسـود العواصـف الرعديـة Thunder Storms. وتؤدى الحرارة الزائدة والمطر إلى زيادة الرطوبة النسبية، وفى هذا الإقلـيم غالبا ما يتساوى طول الليل وطول النهار على مدار العام .



شكل (٤٤) أنواع المناخات فى العالم

والمطر يسقط تقريباً بشكل يومى خاصة بعد الزهر بعد أن تتم عملية التصعيد وتبلغ أقصى مدى لها، ويحدث التكاثف فى طبقات الجو العليا. وعندما يسقط المطر يكون فى شكل رخات كثيفة Heavey Showers من سحب مزن ركامية برجية تصحب سقوطه عواصف رعدية، ويزيد المطر على ١٢٥سم فى السنة وإن زادت فى بعض المناطق الاستوائية عن ذلك، فتصل فى حوض الكونغو إلى ١٧٠سم وفى سنغافورة إلى ٢٤١سم وتزيد عن ذلك فى حوض الأمزون . وبشكل عام لا يوجد فى النظام الاستوائى شهر معدل المطر فيه أقل من ٦٠ملليمتراً ونسبة التغيم فى السماء عادة ما تكون مرتفعة على مدار السنة (Trewartha, F. and Hammond, 1957, p132.) ولا تقل درجة الحرارة عن ٢٠ْم فى أى شهر من شهور السنة . والمدى الحرارى السنوى Annual Range يكاد لا يذكر. فهو فى سنغافورة درجة واحدة قد يزيد إلى ثلاثة فى حوض الكونغو بينما المدى الحرارى اليومى أكبر من ذلك حيث يبلغ نحو ست درجات مئوية .

ورغم زيادة كمية المطر فى هذا النظام بشكل عام إلا أنها تختلف من منطقة إلى أخرى وذلك تبعاً لظروف الموقع والحوض بالنسبة لأية منطقة فعلى سبل المثال نجد أن المطر فى حوض الكونغو تتراوح كميته السنوية ما بين ١٥٠-٣٠٠سم بمتوسط نحو ١٧٠سم بينما تتراوح كميته فى حوض الأمزون ما بين ٢٠٠ و٢٥٠سم ويرجع ذلك الاختلاف إلى وجود هضبة شرق أفريقيا التى تمثل عائقاً أمام الرياح التجارية الجنوبية الشرقية على عكس الحال مع حوض الأمزون الذى يقع فى مواجهة الرياح التجارية .

ب-المناخ المدارى (السودانى) :

ويعرف كذلك بمناخ السافانا Savana Climate يتميز بصيف ممطر وشتاء جاف، ترتفع درجة الحرارة فى الصيف وتصبح مماثلة لحرارة المناخ الاستوائى، بينما يتميز الشتاء بالدفء.

وهذا النظام ببساطة عبارة عن مرحلة انتقالية بين المناخ الاستوائى والمناخ الصحراوى المدارى ومن ثم يزداد المطر باضطراد باتجاه النطاق الاستوائى بينما يقل بالاتجاه نحو الصحارى.

ويبلغ متوسط درجة الحرارة فى شهر مايو ٣٢ درجة مئوية، أما فى الشتاء فتهب الرياح التجارية متجهة نحو خط الاستواء وهى رياح جافة ذات تأثير ضار بالنبات وبالإنسان، وتصل كمية المطر

السنوية فى منجلا جنوب السودان ٩٣سم وفى كنجستون فى جاميكا ٨٤,٣سم (٣٣,٣بوصة) وفى بولاوايو بأفريقيا ٦٣,٧سم (٢٥بوصة) وهو مطر تصاعدى كثيف يشبه المطر فى النظام الاستوائى ويسقط يومياً خلال فصل المطر الأكثر حرارة (فصل الصيف)، حيث يسود الإقليم الرهو المتحرك من النطاق الاستوائى .

ويتمثل أهم مناطق هذا النظام المناخى فى معظم أمريكا الجنوبية باستثناء المنطقة الشمالية الغربية والنطاق الساحلى الشمالى من القارة نفسها وكذلك هضبة البرازيل ونطاق السافانا فى أفريقيا وشمال أستراليا .

وهناك المناخ المدارى البحرى Tropical Marine Climate يتمثل فى الأقاليم المدارية البحرية ممثلة هافانا فى كوبا ومانيلا فى الفلبين وهو أغزر مطراً من بقية الإقليم المدارى، ويتلقى رياحاً تجارية على مدار العام . ودرجة الحرارة مشابهة لما هو سائد بالنظام الاستوائى وإن زاد المدى الحرارى السنوى قليلاً، والمطر هنا يتميز بسقوطه على مدار العام وغالباً ما يكون يومياً وهو مطر انقلابى (تصاعدى) فى نشأته عادة ما يسقط فى فترات أخر النهار .

جـ-المناخ الموسمى المدارى Tropical Monsoon Climate :

يقع فى جنوب شرق كتلة آسيا فى الهند والصين ودول الهند الصينية، وكما عرفنا مما سبق فإن هذا الإقليم يتميز بنظام الرياح الموسمية الصيفية القادمة من المحيط الهندى حيث المياه الدافئة، ويسود الجفاف خلال شهور الشتاء باستثناء بعض المناطق مثل سواحل جنوب شرق الهند وجزيرة سيلان (سريلانكا) . وق أشير من قبل إلى كميات المطر الغزير جداً التى تسقط فى بلدة تشيرابونجى بالسفوح الجنوبية لجبال الهيمالايا، وهنا نضرب مثلاً بمدينة بومباى الهندية التى تبلغ أمطارها السنوية ١٨٣٤ملليمتر (٧٢,٢بوصة) ومدينة هونج كونج ٢١٦٣مللم (٨٥بوصة) وتصل درجة الحرارى فى المدينتين السابقتين فى يناير ٢٤°م و١٦°م على التوالى وفى شهر مايو ٣٠° و٢٥°، ولا يزيد المدى الحرارى السنوى على ست درجات مئوية .وبشكل عام فإن أهم ما يميز هذا النظام تغير فى اتجاه الرياح ما بين الصيف والشتاء مع ارتفاع واضح لدرجات الحرارة قبيل بدء الفصل الرطب Wet Season حيث تتراوح ما بين ٢٦,٦°م (نحو ٨٠°ف) و٣٢ (نحو ٩٠°ف) . وتستمر فى

ارتفاعها خلال الفصل المطير وإن هبطت إلى ما بين ١٠ و١٢° مئوية وذلك أثناء فصل الجفاف اللاحق (Bunnet, R.B, 1965, p146) .

ويوجد فى الهند وبورما ثلاثة فصول أولها الفصل البارد الجاف ما بين أكتوبر وفبراير والفصل الحار الجاف ما بين مارس ومايو والفصل الحار الرطب من يونيو حتى سبتمبر وفيه تقل الحرارة نسبياً بسبب تلبد السماء بالغيوم، وقد اتضح من قبل من الشكل (١٧، ١٨) الرياح الموسمية التى تهب على الهند وهى موسميات جنوبية غربية خلال الفترة من يونيو إلى أكتوبر شمالية شرقية من نوفمبر حتى مايو .

د- مناخ الصحارى الحارة Hot Desert Climate :

يتميز هذا النمط المناخى بقلة أمطاره بشكل واضح مع ارتفاع درجة الحرارة خاصة خلال شهور الصيف، ويقع هذا النمط المناخى فى المناطق من العالم التى تسيطر عليها الرياح التجارية الشرقية طوال العام Off shore Trade Wind، وهى الرياح التى تعبر غالباً مساحات يابسة شاسعة ومن ثم كانت غير محملة بالمطر .

وتتمثل تلك المناطق أكثر ما تتمثل فى الصحراء الكبرى ذلك النطاق الجاف من إفريقيا فيما بين مناخى البحر المتوسط حتى دائرة عرض ١٥° شمالاً فى الجنوب، وتظهر فى غرب أستراليا وفى صحراء الجزيرة العربية وجنوب غرب إفريقيا وصحراء أريزونا بأمريكا الشمالية وأتكاما فى أمريكا الجنوبية.

ويؤدى انخفاض نسبة الرطوبة النسبية فى الهواء المدارى القارى بصحراء شمال إفريقيا (الصحراء الكبرى) إلى ارتفاع درجات الحرارة أثناء النهار ارتفاعاً حاداً خاصة مع سمائها الصافية الخالية من الغيوم وصخورها العارية Bare Rocks أو أسطحها الرملية Sandy Surfaces . فمتوسط درجة حرارة الصيف يبلغ ٤٨ درجة مئوية بينما ينخفض متوسط درجة الحرارة لشهر يناير الممثل لفصل الشتاء ١٨°م ومن ثم نجد اتساعاً واضحاً للمدى الحرارى السنوى الذى يعكس الظروف القارية السائدة ومناخها المتطرف حرارياً Extreme Climate، وقد سجلت ببلدة العزيزية جنوب طرابلس بليبيا أعلى درجة حرارة فى العالم وهى ٥٦,٥°م وذلك خلال فصل الصيف.

ويلاحظ أن المدى الحرارى الشهرى فى هذا النظام ليس كبيراً مقارنة بالمدى الحرارى السنوى أو اليومى .

وبالنسبة للمطر فهو قليل جداً وتوجد مناطق فى هذا النظام تعد من أكثر بقاع العالم جفافاً وقد لا تتلقى نقطة مطر خلال عدد من السنوات مثل صحراء أتكاما بأمريكا الجنوبية، ومناطق من صحراء غرب أستراليا، وقد تقل حدة الجفاف والحرارة بالاتجاه نحو أطراف هذه الصحراء نحو إقليم بحر متوسط أو النظام الموسمى* ففى الصحراء الكبرى الإفريقية نجد أن أطرافها الشمالية تتلقى بعض الأمطار الشتوية متأثرة فى ذلك بنظام البحر المتوسط، كما تتلقى أطرافها الجنوبية بعض الأمطار المرتبطة بمنطقة المنخفض الاستوائى والتى تتحرك شمالاً فى شهر يوليو، يتضح ذلك فى مدينة "تومبكتو" على الحدود بين المناخ السودانى والمناخ الصحراوى، والتى تتلقى كمية مطر سنوية تبلغ ٢٢,٥سم يسقط منها فى يوليو ٨,٨سم .

ثانيا-المناخات الدافئة Climates والمعتدلة الدافئة Temperate Warm:

أ-مناخ البحر المتوسط Mediterranem Climate:

يسود هذا النمط المناخى فى جنوب أسبانيا والريفييرا الفرنسية والوادى الأوسط Central Valley بولاية كاليفورنيا الأمريكية ومنطقة الكاب فى جنوب إفريقيا وفى الوادى الأوسط فى شيلى وسواحل دول المغرب العربى وسواحل الشام وأقصى جنوب غرب أستراليا وغيرها من المناطق التى تهب عليها الرياح التجارية فى فصل الصيف والرياح المطرة وهى الرياح العكسية الغربية فى الشتاء . ومن ثم كانت أهم سمة لهذا المناخ تتمثل فى شتائه الممطر والذى يرتبط مطره بمرور الأعاصير الشتوية التى تتحرك فى مسارات فوق البحر المتوسط فى الوقت نفسه الذى يسيطر فيها الضغط المرتفع على الصحراء الكبرى شمالى أفريقيا وعلى مناطق جنوب قارة أوربا، ولذلك تزداد كمية المطر فى هذا الفصل – الشتاء – فى الجزء الجنوبى من إقليم

*رغم ندرة الأمطار الصحراوية وعدم انتظام سقوطها فإنها عندما تسقط فتكون فى شكل زخات مركزة تسيل على أثرها الأودية فى المناطق الجبلية وتتدفق السيول Torrents والتى سرعان ما تختفى بسبب التسرب والتبخر بمعدلات سريعة.

البحر المتوسط، وفى فصلى الربيع والخريف يحدث مع تزحزح مسارات الأعاصير (المنخفضات الجوية) شمالاً أن تظهر قمتان للمطر فى الجزء الشمالى من إقليم البحر المتوسط فى هذين الفصلين، مع زيادة كمية المطر على المنحدرات الغربية للمرتفعات بإيطاليا وأسبانيا وشرق البحر الأدرياتى، وتصل كمية المطر السنوى فى جبل طارق ٩١٠ ملليمترات يسقط منها فى شهر مارس ١٢٢ مللم .

أما فى فصل الصيف فنجد سيطرة تامة للضغط الجوى المرتفع الأزورى على منطقة البحر المتوسط، ولذلك يندر سقوط المطر (يوسف فايد، ١٩٧٣، ص١٩٣) به، وأهم ما يميز الحرارة اعتدالها فى فصل الشتاء وارتفاعها فى فصل الصيف، فحرارة مدينة مرسيليا جنوب فرنسا تصل كمتوسط شتوى ٧ درجات، وقد تنخفض إلى أقل من ذلك فى الشتاء أثناء فترات هبوب رياح المسترال الباردة، وتصل درجة الحرارة فى منطقة جبل طارق فى شهر يناير ١٣°م وفى سان فرنسيسكو بولاية كاليفورنيا الأمريكية ٩ درجات مئوية فقط، بينما تصل درجة حرارة شهر يوليو فى كل منهما على الترتيب ٢٣°م و ١٤°م .

والرياح فى فصل الصيف ضعيفة بشكل عام وهى الرياح التجارية بينما تكاد تختفى الرياح الغربية فى هذا الفصل وحيث أن اليابس يكون أعلى فى درجة حرارته من المياه فإن ذلك يقلل من فرصة سقوط المطر حيث تزداد الرياح الدافئة مع مرورها فوق اليابس خاصة مع انخفاض منسوبه وتزداد بالتالى قدرتها على أن تمتص الرطوبة Absorb Moisture .

ب-مناخ الصحارى المعتدلة Temperate Desert Climate :

يعرف كذلك بمناخ العروض الوسطى شبه الجاف، ويظهر فى إقليم الهضاب المرتفعة بجبال الروكى بأمريكا الشمالية وفى مناطق وسط أسيا – المناطق الداخلية – ويتميز هذا المناخ بزيادة المدى الحرارى السنوى وقلة المطر بشكل واضح عندما يسقط فى فصل الصيف . وهو فصل المطر فى هذا الإقليم .

ويصل المدى الحرارى السنوى أكثر من ٣٠°م وكمية المطر السنوى ٨٧مللم .

جـ-المناخ المعتدل الدافئ شرقى القارات :

يعرف هذا النمـط المناخى أحياناً بمناخ الخليج أو المنـاخ الصينى، يتميز بأمطـاره الصـيفية الغزيرة التى تشبـه الأمطـار الموسمية بالهنـد وإن كان المطـر هنا يسقـط على مدار السنـة وإن سقط معظمه فى الفتـرة من شهر مايو حـتى سبتمبر وذلـك فى كـل مـن الصيـن واليابـان، وقد يتعـرض فى فصل الشتـاء لهبـوب موجـات مناخيـة بـاردة قادمـة مـن الشمـال قد تسبـب أمطـاراً غزيـرة، وأحيانـاً تهب عواصف ترابية Dust Storm يطلـق عليهـا فى الصـين "تراب بكين" وتقـل الأمطار وتسـود الظروف القاريـة Continentality وسـط الصيـن. كما قد يتكـرر هبـوب عواصف التيفـون Typhoons أواخـر فصـل الصيف وفى الخريف .

يتمثل هذا النمط المناخى فى جنوب شرق أستراليا، تمثله هنا مدينة سيدنى العاصمة حيث تبلـغ درجة الحرارة بها خلال فصل الشتاء (شهر يوليو ١٢ درجة مئوية) وفى يناير (الصيف ٢٢ْم) ويبلغ المدى الحرارى السنوى نحو عشر درجات مئوية .

أما عن التساقط، فيبلغ المطر السنوى ١٢١٧ ملليمتر (٤٧,٩بوصة) تتوزع على مدار السـنة وإن زادت فى شهـور الصيف الجنوبى حيث تصل منية المطر فى كل من يناير وفبراير ٩٤ مللـم على التوالى .

ويظهر فى شرق وشمال شرق الأرجنتين وجنوب هضبة البرازيل وذلـك فى سـهول البمبـاس الأرجنتينية التى تتميز بأمطارها الصيفية التى تقل بالاتجاه نحو الداخل مع ارتفاع درجة الحرارة صيفاً وانخفاضها نسبياً فى فصل الشتاء .

ويظهـر هذا النمـط المناخى كذلك فى جنـوب شرق الولايـات المتحدة حيـث الشـتاء الدافـئ والصيف الحـار والمطـر طول العـام. مع تكرار هبوب الهيريكـين Hurricanes فى فصل الخريف.

ثالثاً - المناخات المعتدلة الباردة والباردة :

أ - المناخ المعتدل البحرى :

يعرف بمناخ غرب أوربا ويتمثل فى الجزر البريطانية والمناطق المجاورة لغرب أوربا وكولومبيا البريطانية بكندا وجنوب شيلى وجزيرة نيوزيلند الجنوبية .

ونظراً لتعرض هذه المناطق للرياح الغربية طوال العام فإنها تتميز بمطرها الدائم خلال فصول السنة المختلفة، وتبلغ كمية المطر السنوية ٧٥٠ مللم (نحو ٣٠ بوصة) قد تزيد عن ذلك كثيراً فى المناطق الجبلية المعرضة للرياح مثل المنحدرات الغربية لمرتفعات أسكتلندا، بينما تقل فى بعض المناطق الداخلية أو الواقعة فى منصرف الرياح **Lee Wind** .

وترجع أمطار هذا المناخ إلى الأعاصير التى تمر فوقه فى فصول السنة المختلفة يزداد تأثيرها بسبب وجود المرتفعات فى بعض الأجزاء، ويتميز كذلك بعدم وجود فصل جاف مع تركز قمة المطر فى فصلى الشتاء والخريف. يتميز هذا النظام المناخى أيضاً بكثرة الضباب خاصة على السواحل شمال غرب أوربا فى فصلى الشتاء والخريف، وتقل العواصف الرعدية باستثناءفترات من فصل الصيف تتعرض خلالها لبعض العواصف بسبب ارتفاع درجة الحرارة خاصة فى المناطق الداخلية مثلما يحدث فى حوض باريس الذى يتعرض لعواصف رعدية **Thunder Storms** يتراوح عددها ما بين ٥و٦مرات خلال كل شهر من شهور الصيف (يونيو - يوليو - أغسطس)، وبالنسبة لدرجات الحرارة، يتميز هذا الإقليم بالارتفاع النسبى فى درجات الحرارة خلال فصل الشتاء بسبب مرور التيارات الدافئة أمام السواحل، بينما تسود البرودة فترات محدودة عندما يصل الهواء القطبى البارد، وفى فصل الصيف يؤدى هبوب الرياح الغربية إلى تخفيض درجة الحرارة .

ب - المناخ اللورانسى Lauraentian Climate :

تمثله مدينة مونتريال الكندية، الشتاء بارد والصيف معتدل الحرارة . يشبه مناخ غرب أوربا فى كثير من الجوانب باستثناء المدى الحرارى السنوى الذى يتميز هنا بالساعه، وترجع برودة الشتاء هنا إلى تعرضه لهبوب الرياح الباردة القادمة من اليابس الممتد إلى الغرب منه وتبلغ كمية المطر فى

مدينة نيويورك الواقعة فى هذا النظام ١٠٦٩ مللم (٤٢,١ بوصة) والمدى الحرارى السنوى ٢٤ْم حيث تبلغ درجة الحرارة فى شهر يناير -١ْم ترتفع فى يوليو إلى ٢٤ْم راجع الشكل رقم (٤٤) الذى يبين مناطق هذا النمط المناخى فى شمال شرق أمريكا الشمالية وشمال شرق الصين وشبه جزيرة كوريا .

وكثيرا ما يشهد الشتاء تساقطاً ثلجاً كثيفاً تأتى به الرياح التى تكتسب رطوبتها من مرورها فوق البحيرات العظمى فى الداخل بينما يكون المطر غزيراً فى فصل الصيف وذلك فى نمط المناخ اللورانسى شمالى شرق أمريكا الشمالية بينما ترتفع درجة الحرارة خلال الصيف قليلاً شمال شرق الصين مقارنة بشمال شرق أمريكا الشمالية .

جـ-المناخ القارى البارد Cold ContinentaL Climate :

يتأثر المناخ القارى البارد فى كل من وسط أسيا وأمريكا الشمالية بالكتل القارية الباردة، وهذا المناخ لا يوجد فى نصف الكرة الجنوبى حيث لا توجد كتلة يابسة ذات شأن فى تلك العروض العليا الباردة فى الجنوب . ويؤدى بعد هذه المناطق عن البحر إلى انخفاض درجة الحرارة خلال فصل الشتاء انخفاضا حاداً بينما فى الصيف ترتفع درجة الحرارة لتماثل نفس الظروف الحرارية بالمناخ البحر المعتدل غرب أوربا ومن ثم يتميز هذا المناخ باتساع المدى الحرارى السنوى الناجم أساساً عن الانخفاض الشديد فى درجة الحرارة فى الشتاء .

والمطر هنا ليس غزيراً على مدار السنة وإن كان معظمه يسقط صيفاً، ويسقط فى شكل ثلوج فى الشتاء، ويبلغ المدى الحرارى السنوى فى مدينة فرخويانسك Verkhnyansk ٦٦ْ مئوية حيث تبلغ درجة الحرارى فى يناير -٥٠ْم فى شهر يوليو، أى أن المدى الحرارى السنوى لها ٣٠ درجة مئوية.

وتبلغ كمية التساقط ككل فى فرخويانسك ١٣١ مللم (٥٠بوصة) وفى موسكو ٥٣٤ مللم (٢١بوصة) وفى وينبيج Wininpig ٥١٥ مللم (٢٠,٣بوصة) .

ويمتد هذا الإقليم فى وسط أسيا بالعروض العليا كنطاق عرضى مستمر - يمتد إلى الشرق من إقليم غرب أوربا حتى شبه جزيرة كمتشكا شمال دائرة عرض ٤٥ْ شمالاً ويوجد فى أمريكا الشمالية فى الجزء الأوسط من كندا والولايات المتحدة إلى الجنوب من إقليم التندرا .

د- مناخ التندرا Tundra Climate:

يتميز بشتاء طويل شديد البرودة ما بين ٣٢ْ فهرنهيت (صفر م) و٢٠ْف (-٦م) والصيف قصير وبارد (٤٠-٤٢ْف) أو ما بين ٥,٥م و ٤,٤م . يحدث سقوط للجى فى الشتاء ومطر خفيف فى فصل الصيف ويسود هذا المناخ فى الأقاليم القطبية المتجمدة Arctic Regions فى نصفى الكرة الأرضية فى الشمال والجنوب ويبدو السطح صيفاً فى هذه الأقاليم فى شكل بقع من البرك والمستنقعات مع الانصهار الجزئى للجليد .

هـ- المناخ الجبلى Mountain Climate:

يتمثل فى المناطق الجبلية المرتفعة مثلما الحال فى الإنديز والهيمالايا ويرتبط فى خصائصه بعامل الارتفاع أكثر من ارتباطه بأى عامب أخر إلى جانب تأثره بدرجة التعرض لأشعة الشمس أو الحماية منها، ويصعب فى الواقع تصنيف الجبال ضمن أى نمط مناخى من الأنماط سابقة الذكر.

الفصل السابع

جوانب تطبيقية فى جغرافية المناخ

اولاً-بعض المخاطر المرتبطة بالمناخ

ا-العواصف المدارية

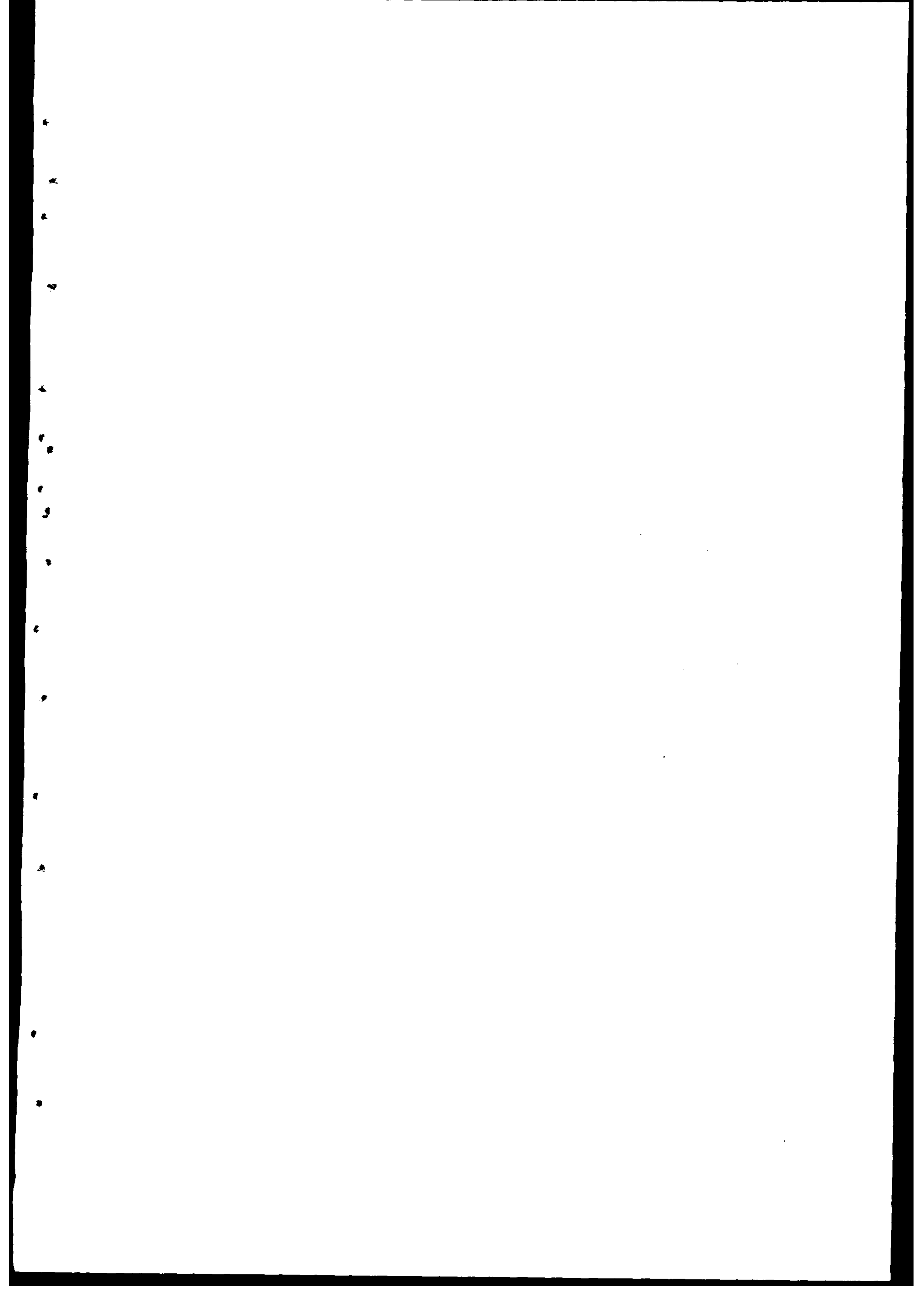
ب-العواصف الرملية والترابية

ج-الجفاف

ثانياً-التغيرات المناخية

ا-الاسباب الطبيعية للتغيرات المناخية

ب-الإنسان واثره فى التغيرات فى المناخ



أولاً-بعض المخاطر المرتبطة بالمناخ

١-العواصف وأخطارها :

تتمثل الأخطار هنا أساساً فى العواصف المدارية والتى عادة ما تظهر فى نطاق الرياح التجارية أو الموسمية فى المياه الحارة، وتختلف هذه العواصف أو الأعاصير المدارية عن الأعاصير (المنخفضات الجوية) المرتبطة بنطاق الرياح الغربية فى العروض المعتدلة .

وتتمثل أوجه الاختلاف الرئيسية بين كل منها فيما يلى :

-بينما تنشأ المنخفضات الجوية فوق اليابس والماء على حد سواء فإن الأعاصير المدارية عادة ما تنشأ فى مناطق معينة من المحيطات ولا ترحل بعيداً فى اليابس .

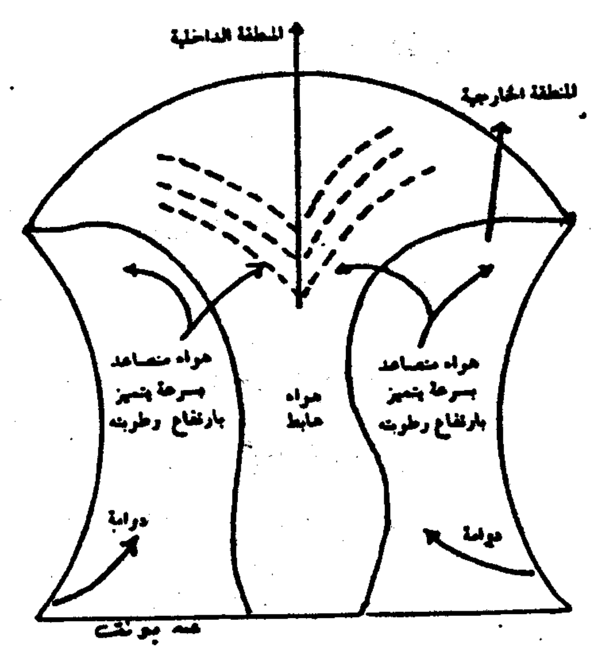
-تتحرك المنخفضات الجوية عادة من الغرب إلى الشرق بينما تتحرك العواصف المدارية من الشرق إلى الغرب مع انحراف خط تحركها باتجاه الشمال فى النصف الشمالى من الكرة الأرضية وباتجاه الجنوب (طريح شرف، ١٩٩٤ ص ١٦٠) .

-تقل أحجام العواصف المدارية بالمقارنة بالأعاصير المعتدلة حيث تتراوح أقطارها ما بين ١٠٠و ٢٥٠كيلومتر* يتوسطها مركز العاصفة (العين) بقطر يبلغ ٢٥كيلومتر تقريبا تعلوه عادة سحب ركامية برجية Towering Cumulus.

-عادة ما يكون المطر غزيراً فى المناطق التى تتعرض للعواصف المدارية باستثناء مركز العاصفة الذى دائماً ما يكون جافاً، وقد سجلت فى إحدى مرات هبوب الهريكين كمية مطر يومية قدرها مائة ملليمتر وأحياناً تسجل أرقاماً أكبر من ذلك كما سوف يتضح لنا (Wilcock,d ,1983, p136) فيما بعد راجع الشكل رقم (١٠) الذى بين قطاعا تصويريا لعاصفة مدارية .

---

*بينما قد يصل قطر المنخفض الجوى بالعروض المعتدلة إلى أكثر من ١٥٠٠كيلومتر .



شكل (٤٥) قطاع تصويرى لعاصفة مدارية

-العواصف المدارية أشد وأكثر عنفا وتأثيرا مقارنة بالمنخفضات الجوية* وكثيراً ما تؤدى إلى تدمير المنشآت وتوليد الأمواج العاصفة Storm Waves التى كثيراً ما تعمل على إغراق الشواطئ والسفن خاصة مع ما يصاحبها من أمطار غزيرة غالبا ما يصاحبها رعد وبرق .

-إذا كانت المنخفضات الجوية ترتبط بوجود جبهات هوائية Air Fronts فإن العواصف المدارية لا ترتبط فى نشأتها بتكوين الجبهات، إلى جانب تميزها بشدة انخفاض الضغط الجوى بمركزها والذى يصل أحياناً ٩٠٠ ملليبار فقط وعادة ما يكون الهواء فى مركز الإعصار المدارى ساكنا وذلك فى دائرة قطرها أكثر من ٢٥ كيلومتر تقريبا (عين العاصفة) بحيث يدور الهواء حولها ضد اتجاه عقارب

*توجد ظاهرة النينو فى شكل تيار دورى يشكل منظومة الطقس فى المحيط الهادى بين فترة وأخرى ويقلب كل الظروف المألوفة بها مما يؤدى إلى حدوث فيضانات أو جفاف فى مناطق تمتد من كينيا بأفريقيا الشرقية حتى بيرو فى أمريكا الجنوبية، وخلال كل خمس أو ست سنوات تظهر تأثيرات النينو حيث تفقد الرياح التى تهب عادة من الشرق إلى الغرب عبر المحيط الهادى قوتها ويؤدى إلى تحرك كتلة كبيرة من المياه الدافئة من جزر الهند الشرقية باتجاه أمريكا الجنوبية وتشكل هذه الكتلة مصدراً للرياح الموسمية التى تسقط أمطارها فى الصيف على جنوب أسيا كالعادة ولكن مع تحركها شرقاً لآلاف الأميال فإنها تتحول فى شكل رياح عاصفة على السواحل الغربية لأمريكا الجنوبية، وتحرم مناطق جنوب شرق أسيا ومناطق أفريقيا من الأمطار.

الساعة فى نصف الكرة الشمالى ومتوافقا معها فى النصف الجنوبى وتبلغ سرعته الدوارة أكثر من ١٠٠ عقدة فى الساعة .

وفيما يلى معالجة مختصرة لنشأة العواصف المدارية وتوزيعها الجغرافى مع دراسة تفصيلية للأخطار والكوارث التى تسببها فى مناطق تولدها ونشاطها مع إشارة للأخطار المرتبطة بالزوابع الترابية الحارة .

أ-نشأة العواصف المدارية وخطوط تحركها:

تنشأ هذه العواصف على الجوانب الغربية للمحيطات فى المياه الدافئة بمنطقة الركود الاستوائى* حيث يحدث نشاط تصعيد لتيارات هوائية مشبعة بالرطوبة المتبخرة من المحيط مما يساعد كثيراً فى حدوث عدم استقرار .وعادة نجد أن هذه العواصف تنشأ أساسا خلال الفصل الذى تتحرك فيه منطقة الركود الاستوائى إلى أبعد وضع لها من خط الاستواء حيث يتضح هنا أثر قوة كريولى فى انحرافها وتولد الحركة الدورانية التى تميزها .وعادة ما يكون ذلك فيما بين خطى عرض ١٠ و ٢٠ تقريبا فى نصفى الكرة (طريح شرف، ص ١٦٣). وفى الأغلب يكثر مرورها فى فصلى الصيف والخريف أما بالنسبة لخطوط تحركها (مسالكها) فإنها تتجه بشكل عام من الشرق إلى الغرب ثم تنحرف نحو الشمال فى نصف الكرة الشمالى ونحو الجنوب فى نصف الكرة الجنوبى ..

ب-التوزيع الجغرافى للأعاصير المدارية (العواصف) وأسماؤها المحلية :

-منطقة البحر الكاريبى وخليج المكسيك:

تعرف العواصف المدارية هنا باسم الهيريكين (Hurricanes)** وتتولد هذه العواصف فوق خليج المكسيك أو فوق البحر الكاريبى أو بالمحيط الأطلنطى الجنوبى (فايد، ١٩٨٩، ص٨٥) ويبدأ موسم هبوبها فى أواخر الصيف وأوائل الخريف وأكثر الشهور تعرضا لها هما سبتمبر وأكتوبر، ولكل

---

*لا تتولد عند خط الاستواء ذاته حيث لا يحدث عنده الانحراف الكافى للرياح لإحداث الحركات الدورانية التى تميز العواصف المدارية .

**أطلق عليها كرتشفيلد هذا الاسم .

عاصفة تاريخ حياة وأدوار يتتبعها رجال الأرصاد الجوية ويراقبون حركتها وتبلغ دورة حياتها أسبوعان (Knapp, R, etal, p52) .

وتبلغ سرعة الهيريكين أكثر من ١٢٠ كيلومتر فى الساعة تصحبها أمطار غزيرة وغمر بحرى عاصف وأمواج ترتفع إلى أكثر من خمسة أمتار تسبب تدميراً شديداً للمناطق التى تتعرض لها، وعادة ما تفقد جزءاً كبيراً من طاقتها عندما تنتقل إلى اليابس حيث تفقد العامل الرئيسى فى تكونها وهو بخار الماء* وقد تتجدد العاصفة بمرورها فوق الماء مرة أخرى .

-منطقة البحر العربى وخليج البنغال :

بالنسبة للبحر العربى فإن نصيبه السنوى من العواصف المدارية لا يتعدى فى الغالب عاصفتين وذلك خلال موسمين يتوافقان عادة مع فترات هدوء الرياح الموسمية. أما خليج البنغال فيتعرض سنويا لنحو عشر عواصف مدارية (أعاصير) يبدأ موسمها فى يونيو وينتهى فى نوفمبر، ويتركز معظمها فى شهرى يوليو وأغسطس ،وهى عواصف مدمرة تؤدى إلى عرقلة الملاحة وإغراق السواحل والأراضى المنخفضة المظاهرة .

-جنوب المحيط الهندى (شرق جزيرة مدغشقر) يبدأ موسمها فى ديسمبر وينتهى فى أبريل ومتوسط عددها سبع مرات سنويا .

-جنوب بحر الصين وحول جزر الفلبين، يبلغ عددها نحو ٢٢ عاصفة معظمها يحدث فى الفترة من يوليو حتى أكتوبر وإن كانت قد تظهر فى أى شهر من السنة. وتعرف بالتيفون غرب المحيط الهادى وتعرف باسم "باجايو" حول جزر الفلبين وعادة ما تصاحبها أمطار غزيرة وتبلغ سرعتها ١٢٠ كيلومتر فى الساعة .

-جنوب المحيط الهادى شرق أستراليا وحول جزيرة فيجى ،تعرف هنا باسم الويلى ويلى Willy Willy أكثر الشهور تعرضا لها مابين ديسمبر وأبريل متوسط الحدوث مرتان فى العام .

* الواقع أنه من الصعب الفهم الكامل لنشأة الهيريكين وبداية تكونها، وجدير بالذكر أن سمك طبقة الهواء المشبعة ببخار الماء فى الأجزاء الغربية من المحيطات التى تتركز فيها الهيريكين يبلغ ٢٥٠٠متراً بينما يصل السمك فى الأجزاء الشرقية المقابلة ١٢٥٠متراً فقط .

الترنيدو Tornado:

عاصفة رغدية Thunder Storm غاية فى العنف وهى من الأنواع الفريدة من العواصف المحلية، وتبدو قمعية الشكل مكونة من عنق ضيق جدا من دوامات هوائية غاية فى السرعة الدورانية، تبدو كأنها مدلاة من سحب ركامية باتجاه سطح الأرض وإن كانت تمسه مساً خفيفاً دون الارتكاز عليه. وهى صغيرة الحجم بشكل ملفت يتراوح قطرها بين مائة متر وأقل من كيلومتر ونصف، ويرجع عنفها البالغ برغم صغرها إلى السرعة البالغة للحركة الدورانية للهواء حول مركزها بدرجة يستحيل معها قياسها، ويقدر بأنها تبلغ أكثر من ٣٠٠ عقدة فى الساعة (٥٠٠ كيلومتر فى الساعة)، إلى جانب الانخفاض الحاد للغاية للضغط الجوى فى مركز الإعصار. ولذلك فهى عندما تمر بمنطقة ما فإنها تدمر كل ما بها من مظاهر بشرية والكثير من المظاهر الطبيعية*.

وقد تنفجر المبانى التى تمر بها الترنيدو وذلك بسبب الهبوط المفاجئ الحاد للضغط الخارجى، كما يمكنها رفع أشياء أو حيوانات وإلقاؤها بعيداً فى طريق هبوبها. فقد أمكن لإحدى عواصف الترنيدو التى هبت فى عام ١٩٣١ رفع عربة قطار بركابها (١١٧نسمة) بارتفاع ٢٤ متراً والقذف بها بعيداً عن الخط الحديدى (الأحيدب، ١٩٩٢، ص٧٠) .

نشأة الترنيدو:

يزداد هبوبها فى فصلى الربيع والصيف، أواخر الأول وأوائل الثانى وعادة ما تهب خلال الساعات المتأخرة من النهار حتى منتصف الليل، وتتحرك عادة من الغرب إلى الشرق. وإذا ما مرت على مسطحات مائية فإنها تؤدى إلى اضطرابها بشدة مع خروج المياه واندفاعها إلى أعلى فى شكل نافورات قد ترتفع إلى خمسين متراً بقطر ثمانية أمتار مع تدلى مخروط طويل من السحاب نحو الأرض، وهاتان الظاهرتان الأخيرتان تكثران فى خليج المكسيك .

---

* عادة ما يقتصر التدمير بفعل الترنيدو على شريط ضيق يتجاوز عرضه قليلاً قطر دائرة العاصفة ذاتها بينما يختفى أى أثر تدميرى لها خارجها .

وتأتى الترنيدو نتيجة لعملية تسخين لهواء مشبع بالرطوبة يؤدى إلى تصعيد شديد له فى شكل عمود هوائى بضغط شديد الانخفاض*.

ويرى البعض أن الترنيدو تحدث نتيجة التقاء كتلتين مختلفتين تماماً فى خصائصهما الحرارية وفى درجة تشبعهما ببخار الماء وكذلك فى اتجاه التحرك .

مناطق الترنيدو :

تظهر فى مناطق مختلفة من العالم منها ساحل غانا الاستوائى وتعرف هنا بالترنيدو الأفريقى وتنتج عن التقاء رياح الهرمتان الجافة القادمة من الشمال بالرياح الموسمية القادمة من الجنوب ويصاحبها مطر غزير للغاية مصحوب برعد وبرق شديدين. كما قد تظهر فى آسيا وأمريكا الجنوبية وأستراليا ولكن أكثر مناطقها حوض المسيسبى الأدنى الأوسط بالولايات المتحدة الأمريكية وهى تنشأ هنا نتيجة لتقابل تيارين هوائيين : الأول قادم من الشمال يتميز بالبرودة والجفاف عبر سهول المسيسبى المفتوحة، والثانى حار رطب يهب من خليج المسكيك جنوباً .

وفيما يلى أمثلة لكوارث ناجمة عن العواصف المدارية وعواصف الترنيدو : مع إشارة لمواجهة الإنسان لها فى بعض المناطق .

تعد عاصفة الهيريكين التى تعرضت لها الولايات المتحدة فى شهر سبتمبر عام ١٩٢٦ من أشد العواصف المدارية تدميراً حيث هبت على ولاية فلوريدا، ودمرت معظم مدينة ميامى الساحلية وقد صاحبت العاصفة أمواج مدمرة طغت على المدينة وتركت خسائر مادية وبشرية كبيرة، وقد قدرت الخسائر بنحو ٨٠مليون دولار بأسعار ذلك الوقت وبلغ عدد القتلى ١٥٠٠نسمة من بينهم ١١٤فى مدينة ميامى وحدها، وقد لوحظ فى نظام خطوط الضغط المتساوى فى إعصار فلوريدا سابق الذكر مدى اقتراب دوائر خطوط الضغط من بعضها فى مركز الإعصار شكل رقم (٤٦).

*يتراوح الفارق فى الضغط الجوى بين مركز الترنيدو وأطرافها نحو مائة ملليبار، وقد تنشأ الترنيدو فى عاصفة منفردة أو فى مجموعة من العواصف .



شكل (٤٦) آثار الهيريكين على المبانى بفلوريدا عام ١٩٦٠

تعرضت بورتوريكو* بالبحر الكاريبى فى أغسطس من عام ١٨٩٩ لإعصار من نوع الهيريكين يعرف بهيريكين سيرياكو Ciriaco Hurricane والذى تحرك ما بين مدينتى أرويو وأجواديلا بالجزيرة المذكورة جالباً معه ٢٣ بوصة من المطر سقطت فى ٢٤ ساعة فقط مما أدى إلى فيضانات عارمة وتخريب شديد بلغ عدد ضحاياه من القتلى ٢١٨٤ نسمة غرق منهم ما بين ٥٠٠ وألف نسمة فى نهر أرسيبو Arecibo فقط، وبلغت قيمة الخسائر المادية آنذاك ٣٥ مليون دولار (Risa,Pand Hudgston, 1993, p282) .

كما حدثت أيضاً فيضانات ساحلية نتيجة لتولد أمواج عواصف بحرية قوية تركت آثارها التخريبية على سواحل الجزيرة**.

-تعرضت جزيرة بورتريكو كذلك فى عام ١٩٢٨ لهبوب عاصفة هيريكين بلغت سرعتها ١٦٠ كيلومتر فى الساعة نتج عنها مقتل ٣٠٠ نسمة، كما تعرضت نفس الجزيرة حديثاً فى عام ١٩٨٥ لهيريكين أدى إلى مقتل ٣٤ نسمة وتشريد ١٢٠ ألف وبلغت الخسائر المادية ١٢٥ مليون دولار .

*تأثرت جزيرة بورتوريكو خلال المائة سنة الماضية بـ ١٣٠ هيريكين مدمرة بالإضافة إلى ٤٣ عاصفة أقل تأثيراً .

**تزداد خطورة الأمواج الناتجة عن الهيريكين مع ازدياد المصطافين خاصة فى مناطق الخلجان الضيقة، حيث يؤدى دخول المياه إليها مع قدوم الأمواج إلى زيادة ارتفاعها إلى نحو عشرة أمتار فوق مستوى المد العالى .

-تعرضت ولاية تكساس الأمريكية لهبوب عاصفة هيريكين أطلق عليها بيولاه Beulah وذلك فى عام ١٩٦٧ نتج عنها إزالة جزء كبير جدا من جزيـرة Padre وأدى إلى تقسيمها إلى ٣١ جزيرة صغيرة الحجم .

وجدير بالذكر أن ٤٠ مليون أمريكى يعيشون فى مناطق معرضة للهيريكين تزداد أعدادهم بشكل مستمر وبالتالى يزداد التوسع العمرانى ويصعب تماماً الحد من نموهم أو تحجيم الاستخدامات الأرضية بتلك المناطق، ومن ثم تتركز الجهود على التخطيط المستقبلى لها مع وضع حلول لتخفيف أخطار الهيريكين لها وأهمها على الإطلاق التحذير المبكر ما أمكن .

-تعرضت المناطق الساحلية لبنجلاديش فى شهر نوفمبر عام ١٩٧٠ لهبوب إعصار مدارى عنيف للغاية بلغت سرعته ٨٠ عقدة فى الساعة مما أدى إلى إغراق المناطق الساحلية واختفاء عدد من الجزر بما فوقها من سكان وبلغ ضحاياه من القتلى ٥٠٠ ألف بالإضافة إلى عدد كبير من الجرحى والمشردين .

-تعرضت المناطق الجنوبية من الصين لهبوب إعصار إيمى وذلك فى ٢٠ يوليو عام ١٩٩١، وقد أدى الإعصار وما صاحبه من أمطار غزيرة إلى مقتل نحو مائة شخص وجرح ٥٠٠٠ وتدمير نحو ٧٠ ألف مسكن وتخريب مساحات واسعة من الحقول الزراعية والمرافق المختلفة حيث بلغت الخسائر نحو ٤٥٠ مليون دولار أمريكى .

-تعرضت الفلبين فى شهر يوليو عام ١٩٩١ لإعصار مدارى (إعصار برنيدان) وقد أدى هبوبه إلى تعرض مناطق منها لتدفقات طينية ضخمة خاصة عند سفوح بركان بيناتوبو، وأدت إلى إغراق منازل عديدة بقرية سانتارنيا شمال مانيلا العاصمة بنحو ٨٥كم. وتكررت الأحداث ذاتها تقريبا فى العام التالى (الأحيدب، ص٨١) مع حدوث انهيارات أرضية.

-تعرضت بنجلاديش لهبوب عواصف شديدة وذلك فى ٣٠ أبريل عام ١٩٩١ بلغت سرعتها أكثر من ٢٠٠ كيلومتر فى الساعة، حدثت على أثرها فيضانات عنيفة أدت إلى مقتل أكثر من ١٥٠ألف نسمة مع حدوث خسائر بالغة فى المنشآت والأراضى المزروعة خاصة مع انخفاض مناسيبها .

إلى جانب ما سبق تتعرض مناطق كثيرة فى العالم لأعاصير مخربة منها تلك العاصفة التى تعرضت لها الأجزاء الجنوبية من إنجلترا وذلك فى ليلة ١٥ أكتوبر ١٩٨٧ وأدت إلى مقتل ١٣ نسمة واقتلاع ملايين الأشجار تمثلت أضرارها فى هبوب الرياح وسقوط المطر وحدوث عواصف بحرية وبلغت الخسائر مابين ٤٥٠و٧٥٠مليون جنية استرلينى(Mictchell, J. etal, 1989, pp391-396)

وتعرضت مناطق من الشرق الأوسط لأعاصير عنيفة صاحبتها أمطار غزيرة وذلك فى شهر أكتوبر عام ١٩٩٧، فقد تعرضت منطقة أريحا بالسلطة الفلسطينية لرياح عنيفة وأمطار غزيرة أدت إلى تدمير ٥٢ منزلاً وإتلاف محاصيل مساحات واسعة وبلغت الخسائر نحو ستة ملايين دولار وأعلن فى حينها اعتبار أريحا منطقة كوارث، كذلك تعرضت مناطق فى فلسطين المحتلة لأمطار غزيرة وعواصف عنيفة أغلق على أثرها مطار إيلات وبلغ عدد القتلى ٢٠ شخصاً مع تدمير عدد من المنشآت والطرق، وقد تعرضت مصر فى نفس الوقت لآثار تخريبية تمثلت فى إتلاف بعض الطرق بمدن جنوب سيناء وساحل البحر الأحمر مع سبعة قتلى .

-تعرضت سواحل كل من فيتنام وتايلاند بجنوب شرق أسيا لإعصار "لندا" المدمر، وذلك فى أوائل شهر نوفمبر عام ١٩٩٧ وكانت آثاره التخريبية بالغة وصلت إلى حد الكارثة فقد لقى أكثر من مائة صياد تايلاندى مصرعهم بعد غرق زوارقهم البالغ عددها ٢٠ زورقاً فى خليج "باتانى" وبلغ ارتفاع الأمواج الإعصارية المدمرة ١٢ متراً تولدت عن رياح عاصفة بلغت سرعتها ١٣٠كيلومتر فى الساعة صاحبتها أمطار غزيرة كما ذهب الآلاف من الصيادين الفيتناميين ضحايا لهذا الإعصار ما بين مفقود وغريق وبلغ ارتفاع الأمواج على السواحل الفيتنامية ١٠ أمتار مع هطول أمطار غزيرة نتج عنها إغراق السواحل واجتياح المنازل وإتلاف العديد من المنشآت الساحلية.

-تعرضت أوروبا الغربية فى فبراير عام ١٩٩٥ لفيضانات مدمرة شملت كلا من بلجيكا وفرنسا وألمانيا وهولندا، وقد نتج عنها تدفق مياه الأنهار وإغراق الشوارع وإتلاف العديد من المبانى وتشريد الآلاف .

-تعرضت مقاطعة كوينزلاند لأمطار عاصفة أدت إلى غمر مساحات واسعة من أراضيها بمياه ارتفاعها نحو نصف متر، وقد استمرت هطول الأمطار لمدة ثلاثة أيام من ٩ إلى ١٢ يناير عام

١٩٩٨، وقد نتج عن ذلك حدوث انزلاقات طينية وصخرية أدت إلى مقتل عدد من الأشخاص فى إحدى المنتجعات السياحية قرب المناطق الجبلية . كما أدت الأمطار الغزيرة إلى قطع الكهرباء وتدمير الأراضى الزراعية وإتلاف الطرق وكانت قد أعقبت فترة جفاف سابقة ارتبطت بدورها بحدوث حرائق فى الغابات أشير إليها فى موضعها بالفصل السادس من الكتاب .

٢-العواصف الرملية والترابية* والأخطار المرتبطة بها :

مقدمة :

العواصف الرملية أو الترابية ظاهرة جوية ترتبط بسرعة شديدة للرياح تزيد على ٦٠كيلومتر فى الساعة يصحبها انخفاض فى الرطوبة النسبية مما يؤدى إلى إثارة الأتربة والرمال وما ينتج عن ذلك من انخفاض واضح فى مدى الرؤية الأفقية وتنتج عادة عن حدوث اضطرابات جوية فى الحرارة والضغط قرب سطح الأرض ويبلغ مدى الرؤية الأفقية أقل من ١٠٠٠م (طارق زكريا، ٢٠٠٤، ص٢١) .

وينتج عن العاصفة الترابية رفع للأتربة إلى مناسيب عالية ويقدر ما يحمل سنوياً من الأتربة بواسطة الرياح** ما بين ١٣٠-٨٠٠مليون طن وقد تزيد عن ذلك بكثير . وعادة ما تزيد فعالية العواصف فى فترة النهار خاصة بعد الظهر مع خفة حدتها فى الفترات المسائية وهى ظاهرة عامة فى المناطق الجافة وشبه الجافة، ويعد فصل الربيع الفصل الرئيسى الذى تحدث به مثل تلك العواصف، كما أنها قد تحدث فى فصل الصيف .

ويتكرر حدوث العواصف الترابية والرملية فى بيئتنا الجافة حيث تعد من الظاهرات الجوية غير المستحبة التى تشهدها دول شمال أفريقيا وشبه الجزيرة العربية والأخيرة تعد واحدة من ضمن خمسة أقاليم رئيسية فى العالم تتركز بها تولد العواصف الترابية الضارة (Middleton, 1984, p83) .

وتتمثل الأخطار الرئيسية المرتبطة بالعواصف الترابية والرملية فيما يلى :

---

*شاع مصطلح العواصف الترابية على كل من العواصف الترابية والرملية وذلك لكون المواد الناعمة أكثر قابلية للإثارة والانتشار والفارق بين العاصفة الترابية والعاصفة الرملية يرتبط أساسا بحجم الذرات المثارة ومصدرها وإن كان العامل الرئيسى يرتبط أساساً بدرجة سرعة الرياح وفترة هبوبها .

**تزداد فعالية الرياح فى نقل الرمال والأتربة حول دوائر عرض ٢٥-٣٠ْ شمالاً خاصة فى المناطق الجافة وشبه الجافة مع توفر الأتربة والرياح القوية على أراضى خالية من النبات .

١-مشكلات التذرية وإزالة الرواسب المفككة من التربة :

وهى مشكلة خطيرة لأنها تتسبب فى تعرية التربة وإزالة مكوناتها من المواد المعدنية والعضوية ويظهر ذلك واضحاً فى الواحات الصحراوية بمصر والجزيرة العربية وغيرها من المناطق المشابهة والتى تشهد أنواعاً من العواصف الترابية تعرف فى مصر بالخماسين وفى الجزيرة العربية بالسموم وفى السودان بالهبوب * .

٢-المشكلات المرتبطة بانخفاض مدى الرؤية:

ويرجع ذلك إلى تعلق الغبار فى الجو فترة طويلة فى أعقاب هبوب العاصفة، حيث يؤدى ارتفاع درجة الحرارة وتسخين سطح الأرض إلى توليد تيارات هوائية صاعدة تثير الأتربة والرمال. مثال رياح الخماسين التى تهب على الصحراء العربية فى مصر فى الفترة من فصل الربيع حتى أوائل فصل لصيف حيث يؤثر انخفاض مدى الرؤية على حركة الطيران والنقل على الطرق البرية .

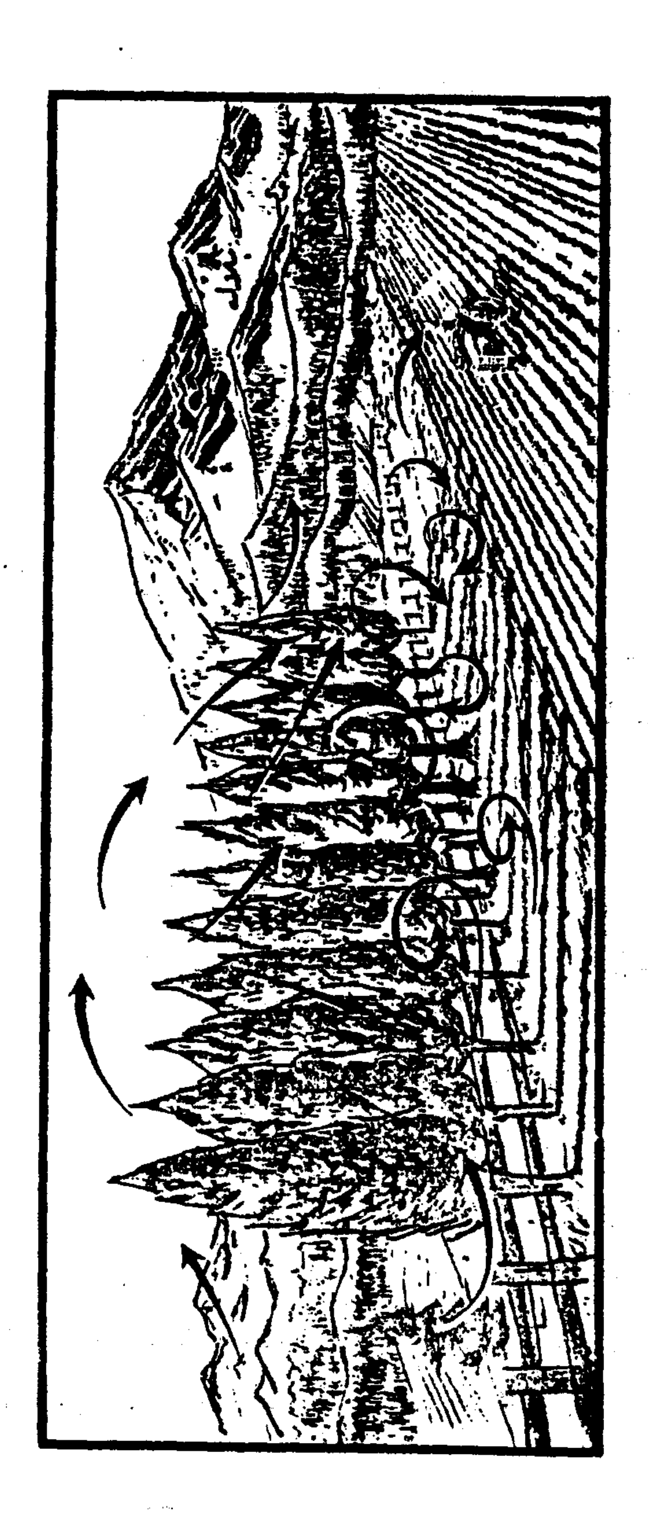
٣-الاختناق والأمراض المرتبطة بالعواصف الترابية :

لا شك أن العواصف الترابية تمثل ضرراً بليغاً على الإنسان والنبات والكائنات الحية الأخرى، فقد يؤدى استنشاق الأتربة الناعمة إلى ظهور أمراض مثل الالتهاب الشعبى والأنفلونزا وأمراض الرئة والرمد الربيعى وغيرها إلى جانب ما تسببه من تلوث للهواء Air pollution وضرر زائد فى المناطق المزروعة خاصة تلك المزروعة بالمحاصيل البستانية .

كذلك يرتبط بالعواصف الترابية والرملية إفساد لمكونات التربة التى قد تتعرض للترسيب حيث تضاف إليها الرمال أو الأتربة مما يؤدى إلى تغير خصائصها وتدهورها خاصة إذا ما كانت العوالق الهوائية تحتوى على نسبة عالية من الأملاح .

وتتمثل الجهود الخاصة بمقاومة الأخطار والمشكلات المرتبطة بالعواصف الترابية فى عمليات التشجير وإنشاء المصدات لحماية المنشآت والطرق والأراضى الزراعية ومراقبة الطرق ومتابعة جيدة للتوقعات الجوية كما يتضح من شكل رقم (٤٧) . ففى الواحات المصرية يتم استخدام سعف النخيل فى القرى الزراعية لحماية المحاصيل من سفى الرمال من خلال عمل أسيجة تحيط بالمناطق المزروعة وكذلك بالآبار لعدم تعرضها للردم وعادة ما تقام متعامدة على اتجاه الرياح لتقليل سرعتها وحجز ما تحمل من رمال (أمانى حسين، ٢٠٠٢، ص١٢٧) .

*راجع الجزء الخاص بالرياح المحلية الحارة .



شكل (٤٧) سور شجرى للحماية من العواصف الترابية والرملية

٣-الجفاف وما يرتبط به من أخطار

مقدمة

تعد ظاهرة الجفاف التى كثيراً ما تتعرض لها مناطق مختلفة من العالم -خلال فترات غير محددة- خاصة فى المناطق الجافة وشبه الجافة من أخطر المشكلات البيئية التى تحل بتلك البيئات، فقد شهدت العصور التاريخية حالات من الجفاف الميتيورولوجى التى نتجت فى الأساس من حدوث نقص حاد، وأحياناً انعدام المطر لفترات معينة مما أدى إلى تعرض المناطق التى حل بها لكوارث بيئية حادة تمثلت فى نقص شديد فى المحاصيل الزراعية وتدمير للأحياء الحيوانية والنباتية وهجرات جماعية لسكان تلك المناطق المنكوبة بالجفاف باتجاه مناطق أخرى تتوفر بها موارد المياه .

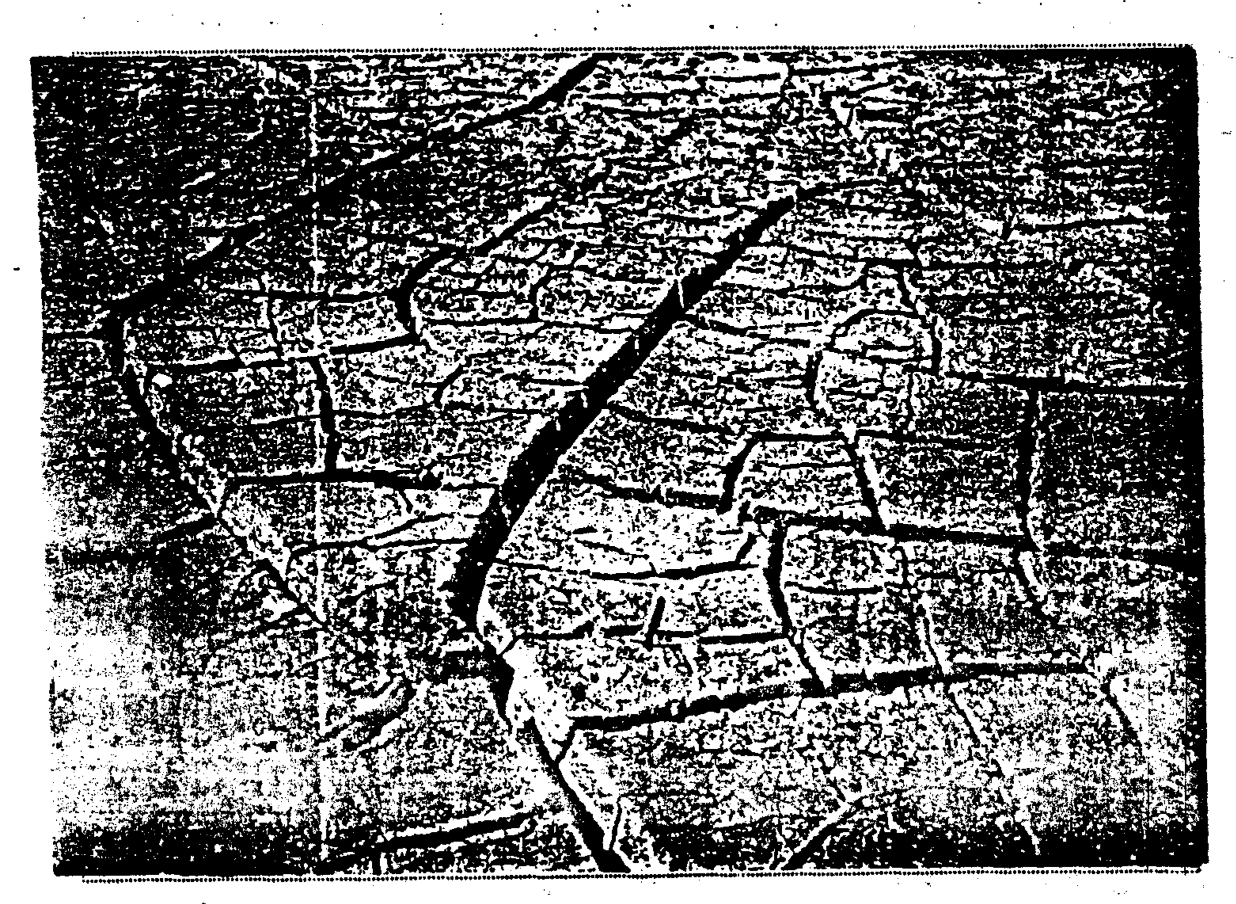
وفى الوقت الحاضر نجد أن الدفء الذى يشهده العالم Global-Warming يهدد بشكل كبير بزيادة حدة الجفاف فى مناطق عديدة خاصة فى الدول النامية مثل المكسيك ودول البرزخ الأمريكى وشرقى البرازيل وشمال الأرجنتين ودول شمال غرب أفريقيا وشبه الجزيرة العربية والقرن الأفريقى ودول الساحل الأفريقى *. وعادة ما يرتبط الجفاف بحدوث نقصان فى المطر وزيادة فى التبخر والنتح Evaprtanpiration ينعكس ذلك بطبيعة الحال فى تدهور التربة وتعرضها لعمليات التعريات بفعل الرياح التى عادة ما تنشط عندما يحل الجفاف .

والواقع أن زيادة حدة الجفاف تؤدى بدورها إلى حدوث تدهور فى الإنتاجية الزراعية فى دول نامية عديدة مما يعرض أمنها الاقتصادى والسياسى لعدم الاستقرار وخاصة أنها لسوء الحظ تعانى أساساً من عدم توازن بين الإنتاج من جانب والزيادة السكانية من جانب آخر .

---

*يمثل نطاق الساحل بموقعه بين الإقليم الصحراوى فى الشمال السودانى منطقة انتقالية بين الإقليمين وهو بذلك يجمع بين خصائصها وتتناوب عليه فترات الجفاف والمطر وتقل أمطاره عن الإقليم السودانى وتقصر فترة سقوطه إلى ما بين شهرين وثلاثة شهور وهو عرضه لتذبذبات كبيرة وتعد أطرافه الشمالية أكثر مناطقه عرضه للجفاف وذلك لقربها من النطاق الصحراوى .

وجدير بالذكر أن الجفاف بجانب كونه ظاهرة طبيعية فإنها فى نفس الوقت تمثل ظاهرة اجتماعية اقتصادية Socio Economic Phenomenon ترتبط بالجوانب الاقتصادية والاجتماعية لأى مجتمع بشرى، وعلى ذلك نجد أن التعرض لها تختلف درجته تبعاً لاختلاف القدرات التكنولوجية للسكان وتبعاً لاختلاف طبيعة الاستخدامات البشرية للأرض والتى قد تكون مدعمة كخطر للجفاف ومواتيه له، أو قد تكون مقاومة له ومقللة من حدته. فعلى سبيل المثال نجد أن الجفاف قد تفاقمت مشاكله وأخطاره فى دول المغرب خلال معظم فترات القرن العشرين، وكان وراء ذلك بجانب العوامل الطبيعية – الاستعمار الأوربى والضغط السكانى والنظم الزراعية الكثيفة والسياسات الحكومية (Swearingen, w, 1992 p401) وتماثلها فى ذلك دول الشمال الأفريقى ويبين شكل رقم (٤٨) مظهر جفاف متمثل فى تشقق التربة بإحدى الواحات المصرية .



شكل (٤٨) تشقق التربة نتيجة للجفاف

تحديد مفهوم الجفاف (تعريفه):

يصعب كثيراً تحديد مفهوم دقيق للجفاف، فهو فى واقعة ظاهرة ترتبط فى نشأتها بعوامل وظروف بالغة التعقيد والتنوع لها طبيعتها فى الانتشار أو الزحف باتجاه منطقة ما ولها قدرتها على أن تحل فى مكان ما بطريقة معينة.

وتوضيحاً لما سبق نسوق هنا تفسيرات لتحديد مفهوم الجفاف Drought وأنواعه كما أجملها كل من (White and Glantz, 1985, p113)، يمكننا إيجازها فيما يلى :

-أولها وهو التعريف الأكثر شيوعا للجفاف بأنه يعنى حدوث انخفاض فى فعالية المطر وليس فى كيته أى أن الجفاف بهذا المفهوم يتمثل فى الجفاف الميتيورولوجى، ويعد العالم الأمريكى ثورنثويت Thornthwaite من أكثر الذين اهتموا بموضوع فعالية المطر. وتقوم فكرته أساساً على استخراج قيمة عرفت عنده بطاقة "التبخر والنتح" وهى قيمة شهرية تعتمد على درجات الحرارة ونوع التربة وتمثل الحاجة الفعلية اللازمة لنمو النبات بشكل جيد، وبمقارنة هذه القيمة بالكمية الفعلية للمطر فى مكان ما، فإننا بذلك نحصل على قيم بالزائد إذا ما كان المطر الساقط يفوق الـ PE* أو بالسالب إذا ما كان أقل منها . وبجمع القيم الموجبة نحصل على معامل الرطوبة وبجمع السالبة نحصل على معامل الجفاف (راجع فايد، ١٩٨٨) .

ويجب أن ندرك جيداً أن هناك فارقاً كبيراً بين الجفاف على مستوى العصور الجيولوجية والذى قد يستمر آلاف السنين وبين ذلك الجفاف الميتيورولوجى الذى نشاهده الآن فى مناطق مختلفة من العالم والذى برغم ظهوره فى شكل دورى إلا أن دوراته غير منتظمة ودون فترات زمنية محددة الأطوال، فقد يستغرق سنة أو سنتين أو أكثر أو أقل، ومن ثم فإن ما يحدث الآن ليس اتجاهاً مضطرداً، ولكنه فى واقع الأمر عبارة عن تذبذبات مناخية فقط .

-ثانى التعريفات يتمثل فى التحديد أو التعريف الهيدرولوجى للجفاف، يتركز هذا التعريف على الهيدرولوجيا السطحية أى ما ينتاب مياه الأنهار من تذبذبات فى فيضاناتها مثال ذلك ما يتعرض

*يعنى الحرفان المذكوران كلمتى طاقة تبخر ونتح Potential Evapotranspiration .

له نهر النيل فى مصر من تذبذب فى كميات المياه الواردة إليه، فتارة تأتى فيضانات عارمة وتارة أخري تأتى منخفضة، وذلك تبعاً لكميات الأمطار الساقطة على مناطق المنابع العليا للنهر، كذلك يتركز هذا المفهوم على الهيدرولوجيا تحت السطحية أو الجوفية، ويركز كذلك على الآثار التى يتركها الجفاف الهيدرولوجى على موارد المياه .

والخلاصة فى هذا التعريف للجفاف بأنه يرتبط بمدى إمكانية كفاية المياه المتاحة لعمليات الرى ومتطلبات المدن وغيرها من استخدامات، ففى حالة عدم كفاية المياه لمثل هذه المتطلبات يعنى هنا حدوث جفاف بالمنطقة .

-أما التعريف الثالث وهو التعريف الزراعى للجفاف فيعنى ببساطة نقص فى المياه التى تحتاجها المحاصيل خاصة تلك المياه المرتبطة بالمطر فى المناطق التى تسودها نظم الزراعة المطرية .

وآخر التعريفات الخاصة بالجفاف تعريفات اجتماعية اقتصادية وتعنى إبراز مدى تأثير نقص المياه على المجتمع من النواحى الاجتماعية والاقتصادية، فعلى سبيل المثال حدث فى المغرب جفاف ميتورولوجى ولكن لم يحدث فى نفس الوقت عنه جفاف هيدرولوجى أو زراعى، وذلك لتوفر المياه بالآبار والأنهار، كما أنه فى نفس الوقت أيضاً قد لا يحدث جفاف ميتورولوجى ولكن الإنسان بأساليبه الجائرة فى استخدامه لموارده المائية قد يسبب فى حدوث جفاف من الأنواع المذكورة.

فقد ظهرت مشكلات جفاف ترتبط أساساً بازدياد الأنشطة الاقتصادية والتوسعات العمرانية والزراعية فى المناطق الهامشية التى لا تكفى موارد المياه فيها بالتوسع الزراعى أو الرعوى وغيره من أنشطة (فايد، ١٩٨٨)، كذلك كان لإدخال محاصيل جديدة تحتاج لمياه زائدة مثل الأرز وقصب السكر والقطن الأثر الكبير فى نقص المياه فى المناطق التى أدخلت بها هذه المحاصيل .

أخطار جفاف تعرضت له مناطق من العالم:

شهدت مناطق كثيرة فى العالم جفافاً حاداً وقحطاً شديداً أدى إلى تدمير شبه كامل للنظم الأيكولوجية بها وترك وراءه بالتالى أزمات اقتصادية تسببت فى حدوث هجرات للآلاف من سكان تلك المناطق التى تعرضت له مثلما حدث فى شبه الجزيرة العربية التى شهدت خلال تاريخها نزوح سكانى مستمر .

١-لقد شهدت المغرب منذ أوائل القرن التاسع عشر حتى عام ١٩٠٠، ٤١ جفافاً ارتبطت بها مجاعات شديدة (Bois, 1957) كما شهدت منذ عام ١٩١٢ وحتى عام ١٩٩٠ ما بين ٢٠ و٢٥ جفافاً زراعياً، وكان يفصل بين سنوات الجفاف فترات تصل في المتوسط إلى ثلاث سنوات. وقد أثر الجفاف على الحياة الاجتماعية والاقتصادية وخاصة أن ٧٠% من المحاصيل الزراعية الغذائية تعتمد على المطر، وبطبيعة الحال فإن الجفاف المتكرر دائماً ما يرتبط بتهديد مستمر للأمن الغذائي Food Security لها .

٢-تعد دول الساحل الأفريقي (موريتانيا ومالي والنيجر وبوركينا فاسو وتشاد والسودان) من الدول التي تتعرض كثيراً لكوارث الجفاف .

وهذا النطاق عادة ما يتميز بتذبذب واضح في كميات الأمطار الساقطة، ولا شك أن توالي السنوات التي تقل فيها الأمطار، مع ما يصاحب ذلك من ظروف بشرية* متدنية، كل ذلك يساعد على تفاقم حدة الجفاف وما يترتب عليه من تصحر ومجاعات وهجرات جماعية وغيرها من مشكلات وأخطار.

والحقيقة أن الجفاف في هذا النطاق يضرب بجذوره في أعماق التاريخ البشري، فقد سجلت الكتابات التاريخية أحداث سنوات جافة أو شحيحة المطر منها سنوات ٦٥٠و٦٥٧و١٠٧٤ ميلادية.

وفي القرن الحالي شهدت المنطقة سنوات جفاف تمثلت في نصفه الأول في السنوات من ١٩١٢ إلى ١٩١٥ ومن ١٩٣٩ إلى ١٩٥٥، وفي النصف الثاني تعرضت دول هذا النطاق لسنوات جافة احتبس فيها المطر وذلك في الفترة من ١٩٦٨ إلى ١٩٧٣، وقد نتج عن كوارث الجفاف الأخير خسائر بشرية قدرت بنحو ١٠٠,٠٠٠ نسمة إلى جانب ملايين المتضررين والنازحين، وقدرت خسائر الثروة الحيوانية بالملايين أيضاً، فقد خسرت دولة مالي ما بين ٥٠ و٨٠% من حيواناتها ووصلت نسبة الخسارة في النيجر إلى ٨٠% وفي تشاد ٩٠%، كما انخفضت الإنتاجية الزراعية

*تتمثل أساساً في التخلف التقني الذي تعيشه دول هذا النطاق، بجانب زيادة عدد السكان والرعي الجائر وغيرها من الظروف غير المواتية .

انخفاضا حاداً، وذلك بنسبة تصل إلى ٣٥% (Lockwood, J, 1979) وهذه الكارثة التى حلت بالمنطقة المذكورة لا تجدى معها بطبيعة الحال معونات منظمة الإغاثة أو منظمة الصحة العالمية وغيرها من منظمات ومؤسسات خيرية، ولكن لابد من حلول تتخذ وإجراءات تخطيطية مستقبلية تأخذ فى الاعتبار التقليل ما أمكن من أى آثار سلبية لإحداث جفاف مماثلة فى تتعرض لها دول الساحل الأفريقى مثل عمليات مسح شامل لخصائص المنطقة وتحديد إمكاناها الحقيقية وتنظيم مناطق الرعى والزراعة فى دورات محددة (فايد، ١٩٨٨) وإعادة توزيع المزارعين والرعاة بحيث يتم توطنهم فى المناطق الجنوبية الأكثر مطراً وغيرها من إجراءات هدف إلى الحد من الكوارث الجفاف فى حالة وقوعها .

٣-بالنسبة لمصر فإنها كثيراً ما تتأثر بنقص فى المياه فيما يعرف بالجفاف الهيدرولوجى وتأثره بما يتعرض له نطاق الساحل الأفريقى من احتباس أو نقص فى المطر مثلما حدث فى عام ١٩٧٩ وإن كانت قد شهدت فيضانات متوسطة وفوق المتوسطة خلال المواسم التالية فى عوام ٨٢/٨١ و٨٦/٨٥ وبعد حدوث هبوط فى عام ١٩٨٧ شهدت فيضانات زائدة فى سنوات التسعينيات.

٤-يعد القرن الأفريقى من المناطق التى تتعرض للجفاف فى صور متكررة فقد تعرضت الصومال للجفاف مع أثيوبيا فى عام ١٩٧٥ وكذلك فى عام ١٩٨٧، وقد نتج عن الجفاف الأول خسائر فى الأرواح بلغت ٤٠ألف نسمة وتأثرت به حيوانات الرعى والحاصلات الزراعية. وفى عام ١٩٨٧ تعرضت الصومال مع عدد من دول شرق إفريقيا مثل موزمبيق لجفاف حاد عدد ضحاياه ٧٤٠٠صومالى مع أكثر من مليون ونصف متضرر، إلى جانب تدهور المراعى والأراضى الزراعية وبلغ عدد الضحايا فى موزمبيق ٥٠نسمة مع تضرر الآلاف من السكان.

٥-تشهد شبه الجزيرة العربية فى الوقت الحاضر أنواعا من الجفاف أهمها جميعاً الجفاف الميتورولوجى الذى لا يمكن التحكم فيه، ويعتقد الكثيرون بأن هناك دلائل تشير إلى أن الجفاف فى اتجاه مستمر، ولكن عدم انتظام سقوط المطر هنا لا يسمح بإثبات صحة هذا الرأى أو نفيه .

وجدير بالذكر أن مسح المراعى الذى أجرته وزارة الزراعة والمياه فى السبعينات قد أسفر عن تدهور نحو ٨٥% منها – أى المراعى – بدرجة خطيرة. كذلك أثبتت الدراسة الخاصة بمشروع

الدعم البينى للبادية التى أجرتها مصلحة الأرصاد الجوية وحماية البيئة فى مساحة تقدر بنحو ٦٣ألف كيلومتر مربع شمالى ووسط المملكة العربية السعودية بأن المساحات المغطاة بالنباتات لا تشكل سوى مناطق محدودة حول مصادر المياه (القين، ١٩٨٩) ومعنى ذلك أن إزالة الغطاء النباتى قد أدى بالفعل إلى تحويل مناطق واسعة إلى صحارى (فيما يعرف بالتصحر Desertification) وهذه المناطق لا يمكنها أن تستعيد طاقتها الإنتاجية بسهولة، وهنا يجب أن نتذكر أن كل ما سبق من ظروف ترتبط بالجفاف وتساعد على انتشاره، تساعد بدورها على زيادة نشاط وفعالية الرياح فى القيام بأدوارها السلبية فى تحريك الرمال واكتساح الأراضى الزراعية خاصة فى المناطق المنبسطة قليلة التضرس مثل هضبة نجد وسهول الإحساء (للاستزادة، راجع صبرى محسوب، ١٩٩٦) .

ومن حوادث الجفاف والقحط الشديد الذى تعرضت له مناطق من شبه الجزيرة العربية، ما تعرضت له منطقة الحجاز فى عام ٥٩٦هـ مما أدى إلى نقص حاد للغاية فى الغذاء ووفاة أعداد كبيرة من السكان (الأحيدب، ١٩٩٦، ص٢٤٧) وحدث بنفس المنطقة جفاف شديد خاصة فى منطقة مكة وذلك بعد أقل من ٢٠٠سنة من التاريخ السابق عام ٧٤٤هـ أدى إلى وفاة أعداد كبيرة من الحجاج من الجوع والعطش وحدثكذلك جفاف شديد عام ٨٢٢هـ بمنطقة الحجاز أيضاً. وتعرضت نجد وبعض المناطق المجاورة لقحط شديد فى عام ١١٨١هـ وهاجر على أثره عدد كبير من السكان إلى العراق ونحو الخليج العربى .

ومن حوادث الجفاف التى حلت بنجد منذ فترة تاريخية قريبة ذلك الجفاف الذى تعرضت له فى عام ١٢٨٩هـ وقل الغذاء بشكل حاد واضطر السكان لأكل الحيوانات البرية وأوراق الأشجار وغيرها وتفشت الأمراض بينهم وحدثت موجات هجرة، باتجاه الأحساء والبصرة واستمرت نتائجه فترات زمنية طويلة نسبياً .

٦-تعرضت السودان خلال الفترة من ١٩٨٢-١٩٨٤ لجفاف مناخى نتج عنه تجريد خطير للأراضى الجافة، وقد اتسمت هذه الفترة بالسمات التالية (عبد العال ، ١٩٩٥، ص٢٨٠) أمطار متناقصة بشكل كبير مع حدوث جفاف لنباتات المرعى، وقد نتج عن ذلك تفوق نحو ٥٠% من ثروة دارفور الحيوانية وإتلاف المحاصيل الزراعية فى الشمال وإتلاف المحاصيل الزراعية فى الشمال

والجنوب من ولاية دارفور السودانية وارتبط ذلك بتعرض التربة للتعرية وحدوث مجاعات وحالات وفيات مع هجرة بشرية من الأجزاء المتضررة إلى مناطق أخرى، وقد حدث ترحال مع حيوانـاتهم مثلما حدث مع الرعاة فى دارفور ومناطق الغرب – الكبابيش وزغاوة وذلك باتجاه منطقـة بحر العرب ورحلت قبائل أخرى أكثرها إلى الجنوب والبعض تحول إلى عمالة يومية فى المدن الكبيرة بعد أن فقدوا ثرواتهم الحيوانية .

وقد تأثر بالجفاف أكثر من مليونى نسمة بالإقليم الغربى اتجه نحو مليون منهم نحو موارد المياه فى الجنوب مما أدى إلى صدامات حول الرعى وحقوق المياه بينما اتجه مئات الآلاف منهم نحو العاصمة الخرطوم وأقيمت لهم معسكرات خارج المدينة، وفى شرق السودان تأثر بالجفاف نحو نصف المليون من قبائل البجا وفى الإقليم الشمالى تأثر بالجفاف نحو ١٨٠ ألف نسمة معظمهم من البدو .

وقد واجه الإنسان هذه المشكلة البيئية بوسائل مختلفة يمكن إيجازها فيما يلى :

١ – البحث عن المزيد من الخزانات المائية الجوفية، وحفر العديد من الآبار بأعماق مختلفـة – تبعـاً للإمكانات المتاحة وحسب عمق الطبقات الحاوية للمياه . فعلى سبيل المثال توجد طبقات حاويـة للمياه من صخور رملية وجيرية على نطاق واسع فى المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية، وكذلك فى المنطقة الشرقية – واحات الإحساء – وقد تبنت الحكومة السعودية برنامجـاً لخطـط التنمية الخمسية، وأثناء الخطة الخمسية الأولى (١٣٩٠هـ–١٣٩٥) تم حفر وإصلاح ما مجموعة ١٠٥٣ بئراً، وتم التوسع فى استعمال مياه طبقة الوسيع، وأثناء الخطة الخمسية الاثنيـة (١٣٩٥–١٤٠٠) تم حفر وإصلاح ٧٦٠ بئراً، وتم البدء فى تنفيذ مشروع حقل آبار الوسيع بالقرب مـن خريص فى منتصف الطريق بين الرياض والدمام. وفى الخطة الخمسـية الثالثـة (١٤٠٠–١٤٠٥) كان الهدف استخراج المياه ومعالجتها وتوزيعها على مستوى الدولة.

وعموماً تعتبر المياه المستخرجة من الطبقات الجوفية بالمملكة العربية السعودية أساساً هاماً مـن أسس التنميـة الزراعيـة والعمرانية، فطبقة الوسيـع تعد مصدراً جديـداً وإضـافياً للميـاه بالنسبة لمدينة الرياض العاصمة، كما تعد مصدراً للمياه المستخدمة فى المناطق القريبة للزراعة وحقن مكامن البترول .

وطبقات أم الرضمة والدمام والنيوجين توفر كميات كبيرة من المياه لأغراض الشرب فى أنحـاء المنطقة الشرقية، وتعد طبقة أم الرضمة أكثرها انتشاراً وأكثرها إنتاجا، وهى تغذى طبقة الدمام التى تعلوها، كذلك تعتبر طبقة النيوجين مصدراً محلياً وفيراً وهى طبقة محصورة بين طبقتى أم الرضـمة والدمام (أطلس المياه، السعودية ١٤١٠هـ، ص٤٩) .

وفى مصر تم حفر العديد من الآبار العميقة فى واحات الصحراء الغربية ضمن الخطط الرامية إلى تطوير هذه المناطق وسد حاجة سكانها، كما يتضح ذلك من الجزء الخاص بالدراسة البيئية لصحراء مصر الغربية.

وتستخدم فى الوقت الحاضر وسائل الاستشعار من بعد Remote Sensing فى تحديـد أبعـاد ومواقع الخزانات الجوفية العميقة مثلما حدث فى مصر .

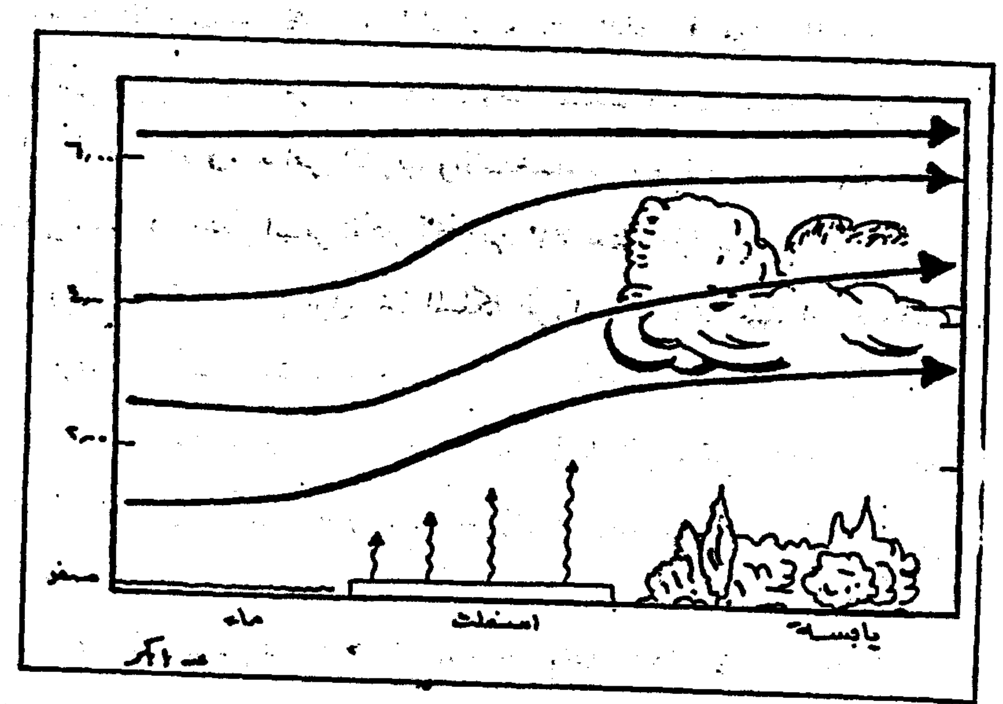
ومن الوسائل الأخرى التى يحاول بها الإنسان تعويض النقص فى موارد المياه بالصحارى اللجوء إلى البحر وتحليه ليوفر حاجاته من المياه العذبة، وتعد المملكة العربية السعودية من أكبر دول العالم اعتماداً على المياه المحلاة فى أغراض الشرب والاستخدامات المختلفة، فعلى سبيل المثال يوجد على طول الساحل السعودى على البحر الأحمر أكثر من ٣٣ محطة تحلية تمتد من حقل شمالاً حتى جيزان فى الجنوب، وتعد مدينة جدة من أولى مدن المملكة التى استفادت من المياه المحلاة وذلك منذ أوائل القرن الحالى، وبها الآن أكبر عدد من محطات التحلية بالمملكة، كما ينتشر على ساحل الخليج العربى عدد كبير من محطات التحلية فى المدن الساحلية مثل الجبيل التى تنتقل المياه منها إلى مدينة الرياض على بعد ٣٨٥ كيلومتر فى أنبوب قطره ١٠٠سم إلى جانب وجود خطوط فرعية تتجه إلى القرى والمدن القريبة .

وتوجد فى مصر أعداد من محطات تحلية مياه البحر وخاصة على طول ساحل البحـر الأحمـر لخدمة سكان المنطقة بجانب ما يصل إليهم من مياه نهر النيل عبر الأنابيب .

ومن الجهود الأخرى التى يبذلها الإنسان فى تلك البيئة لتوفير المياه ما يتمثل فى بناء السدود عبر الأودية التى تتعرض للسيول، وذلك للاستفادة من مياهها بعد تخزينها. كذلك أقيمت العديد مـن السدود على الأنهار التى تخترق تلك البيئات قادمة من بيئات أخرى مطيرة مثلما هو الحال فى السد

العالى وذلك لضبط ماليتها والاستفادة القصوى من المياه خلال شهور السنة، إلى جانب الحماية من غوائل الفيضانات .

ومن الوسائل الحديثة التى أدخلها الإنسان فى بعض مناطق البيئة الجافة "تحوير المناخ" من خلال إيجاد جبال حرارية Thermal Mountains وذلك عن طريق رش مناطق واسعة حول المسطحات المائية — المالحة بالطبع — بطبقة سميكة من الأسفلت مما يؤدى إلى تصاعد تيارات هوائيـة نتيجـة للاختلاف الحرارى الناتج عن عملية السفلتة يعقب ذلك هطول الأمطار، كما يتضح ذلـك مـن الشكل التالى رقم (٤٩) (للاستزادة راجع بابكر، ١٩٨٨، ص ١٠٤). ويعتبر العلمـاء أن كـل فدان من الأسفلت سيقابله ٢ إلى ٣ أفدنة من الأراضى القابلة للزراعة، وقد قدرت التكلفة بـ ٧٥ دولاراً للفدان .

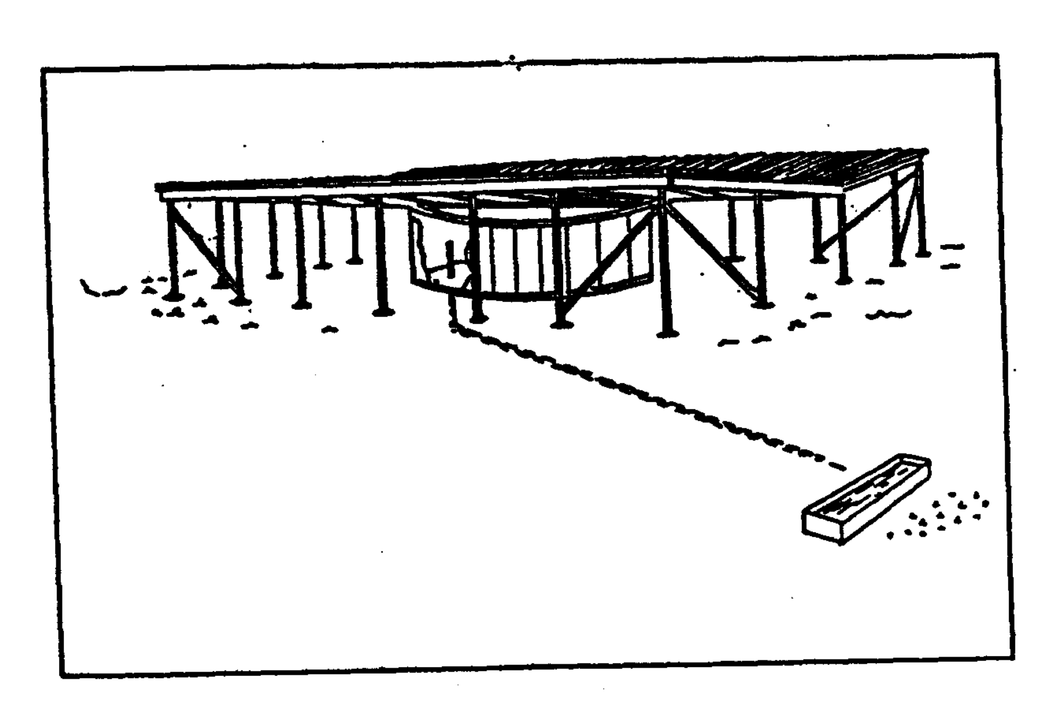


شكل (٤٩) رسم تخطيطى للجبال الحرارية

وتوجد طريقة أخرى تتمثل فى رش الغبار الكربونى فى الغلاف الغازى بجوار السواحل بحيـث يمتص الأشعة الشمسية، ومن ثم يسخن الهواء ويزيد طاقة التبخر، يعقب ذلك تكون سحب ركامية

Cumulus أو مزن ركامى تسقط أمطاراً. ولكن من عيوب هذه الطريقة التلوث الناتج عن رش الغبار الكربونى والتكلفة المرتفعة، ومن ثم فهذه الطريقة لم تثبت نجاحاً واضحاً حتى الآن .

ومن الأساليب المتقدمة الخاصة باستجلاب المياه فى البيئة الجافة تلك التى تعرف بصائدات الضباب، ورغم حداثتها إلا أنها تعتمد على فكرة بسيطة تقوم على تجميع مياه الضباب وتستخدم فى الوقت الحاضر فى بعض دول أمريكا الجنوبية فى صحراء بيرو وشيلى وهضبة بتاجونيا بالأرجنتين. وتتمثل فى وجود مصيدة مكونة من أنابيب معدنية ونسيج ذى فتحات (١ مللم) تقوم بتكثيف الضباب واستخلاص ١٠٠٠ لتر/يوم من المياه لكل مصيدة. وهذه فى الحقيقة طريقة سهلة للحصول على المياه يمكن تعميمها فى بيئتنا العربية وخاصة على السواحل كما بالشكل رقم (٥٠).



شكل (٥٠) مستجمع صغير لمياه الأمطار على سطح مبنى

وتوجد بجانب ما سبق ذكره العديد من وسائل الاستفادة من مياه الأمطار مثل تجميع مياه المطر من فوق أسطح المبانى والتى يمكن تطويرها بأساليب متقدمة.

كذلك توجد طرق تقليدية قديمة مثل تجميع المياه عن طريق التصريف الكنتورى باتجاه المناطق الأخفض منسوباً مثلما كان يوجد فى جبل نفوسا بليبيا وفى وسط وجنوب تونس .

وتوجد طرق أخرى خاصة بالحفاظ على المياه المحدودة مثل استخدام فرشات بلاستيكية تحت التربة لعدم تسرب المياه فى المسامات إلى ما تحت التربة وقد طبقت هذه الطرق فى شمالى سيناء. كما تزرع الأشجار حول الآبار لحفظ مياهها من التبخر وحمايتها من سفى الرمال مثلما يوجد فى منطقة الإحساء بالسعودية .

وهناك مشاريع طموحة مثل تكوين بحيرات اصطناعية ضخمة داخل الصحراء مثل المشروع المقترح فى الصحراء الغربية بمصر، بتكوين بحيرة ضخمة فى منخفض القطارة من خلال توصيله بالبحر المتوسط، وخلق بحيرة اصطناعية كمسطح ضخم للتبخر قد يؤدى إلى تعديل المناخ كما سيتضح ذلك فيما بعد .

ثانياً-التغيرات المناخية

مقدمة :

الهدف الرئيسى من هذا الفصل ليس إبراز خصائص العناصر المناخية لكل بيئة من البيئات الطبيعية، ولكن ما نهدف إليه هنا هو أن نبرز العلاقة التفاعلية بين هذا العنصر البيئى الهام للغاية والإنسان وتحديد درجات التفاعل بينهما، حيث يبدأ الفصل بدراسة مختصرة عن مدى إمكانية التغير المناخى ثم تحديد الأسباب الطبيعية لهذه التغيرات، والأهم فى هذا الموضوع ككل دراسة تحليلية عن دور الإنسان فى التغير المناخى وما سوف يترتب على هذا التغير من آثار بيئية بسبب الاستخدامات البشرية المختلفة، وينتهى الفصل بالإشارة إلى الظاهرات المناخية الاستثنائية وتلك التى تسبب أخطاراً على البيئة .

وجدير بالذكر أن الكثير من المشكلات والأخطار التى يواجهها العالم ترجع فى المقام الأول إلى أسباب مناخية مثل الارتفاع الاستثنائى فى درجات الحرارة، مما يترتب عليه من أضرار بالإنسان، وكذلك مثل الجفاف الذى تتعرض له مناطق مختلفة من العالم فى بعض الفترات حتى خارج المناطق المدارية الجافة.

فعلى سبيل المثال حدث أن انقطعت موارد المياه فى بعض المناطق فى بريطانيا وجفت خزانات عديدة فى عام ١٩٧٦، وساد الاعتقاد بأن المناخ قد تغير، ويرجع ذلك الاعتقاد بسبب استمرار فترة الجفاف وشدة الحرارة لمدة عام ونصف لم تسقط خلالها كميات تذكر من الأمطار (Knapp,R, 1988, pp 64-66) .

ولكن لحسن الحظ فقد أعقب ذلك سقوط أمطار غزيرة، وعادت مستويات الخزانات المائية إلى حدودها العادية خلال عام واحد فقط من تعرضها للجفاف وحرارة الشمس الشديدة .

وتعد الفيضانات السيلية Torrential Floods من أخطر ما ينتج عن المناخ وأكثرها تأثيراً على البيئة التى تتعرض لها .

كذلك عندما تنخفض الحرارة بشكل حاد وغير مألوف يعقب ذلك العديد من الأضرار البيئية، وخاصة فى البيئات التى لم يتعود الإنسان عليها، ومن ثم تكون الأخطار أشد تأثيراً، وتصل آثارها إلى حد الكارثة، وهناك العديد من الأمثلة على ذلك .

وفيما يلى اختصار لإمكانية حدوث التغير المناخى من خلال تفهم المؤشرات والأدلة على حدوث هذا التغير .

-إمكانية التغير المناخى وأسبابه الطبيعية والبشرية :

من المحتمل حدوث تغيرات فى خصائص المناخ التى تسود العالم فى الوقت الحاضر، وخاصة وأن الفترات البليستوسينية السابقة مباشرة للعصر الذى نعيش فيه، قد أثبتت الدراسات والبحوث العديدة أنها قد شهدت تعاقباً مناخياً ما بين التجمد الانصهار (فترات القمم الجليدية Glacial Perids وفترات ما بين الجليد Inter Glacial Periods، وهى فترات دفء نسبى سادت قارة أوربا وغيرها من العروض العليا). وما بين الرطوبة أو المطر Pluviation والجفاف فى العروض الوسطى .

وعموماً يمكننا أن نوجز فى السطور القليلة التالية أهم المؤشرات والأدلة على حدوث التغير المناخى.

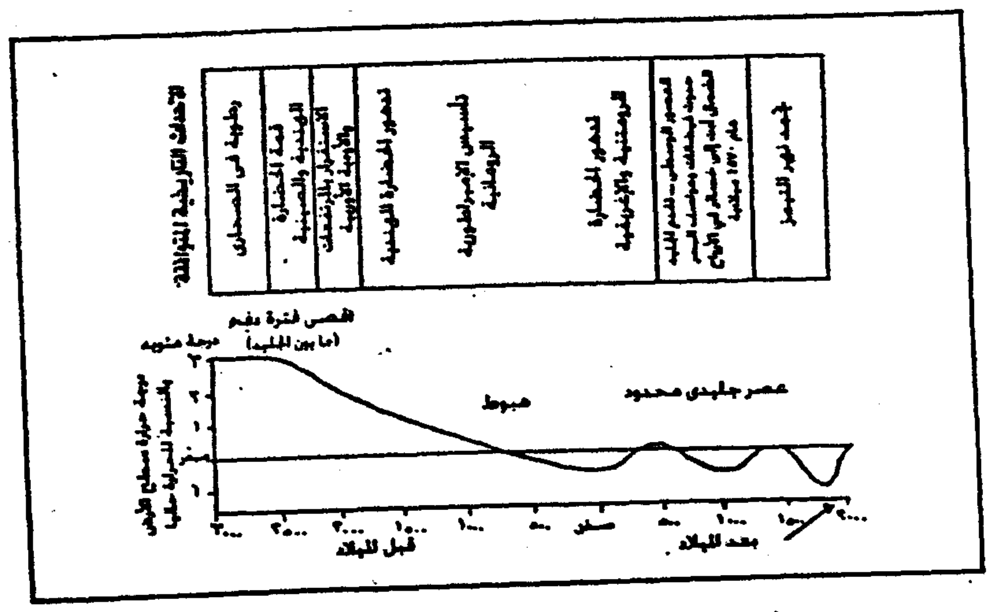
أ-التسجيلات البيولوجية : متمثلة أساساً فى نمط الشجرية فى الأنواع المعمرة من الأشجار، مثل صنوبر كاليفورنيا (السيكويا) حيث أنه من المعروف أن الشجرة تضيف حلقة جديدة إلى لحالها كل عام، وهذه الحلقات يختلف سمكها بعضها عن بعض باختلاف كميات الأمطار ، فالفصل الجاف يضيف حلقة رفيعة . اللحاء عكس الأعوام المطيرة التى تكون منها سميكة، كما أن الأعوام الجافة رقيقة اللحاء عكس الأعوام المطيرة التى تكون منها سميكة، كما أن الأعوام الجافة رقيقة اللحاء عكس الأعوام المطيرة سميكة اللحاء .

وتعرف طريقة التاريخ ومعرفة التغيرات المناخية بهذه الطريقة بالتقويم النباتى Dendrocronology (غلاب وزميله، ١٩٧٥، ص٣٢) .

ب - التسجيلات الجيبولوجية : مثل رواسب القيعان البحرية، وتغير مناسيب البحيرات وتحليل رقائق الطمى Varve Clay Analysis الجليدى والأخيرة طريقة اكتشفها السويدى جيرارد دى جير De Geer عام ١٨٧٦ ويمكن تلخيص فكرتها فى أن الثلاجات ترسب ما تحمله من طمى وطين عندما تنصهر فى شكل رقائق يختلف سمكها من عام إلى آخر، حسب معدل الحرارة، كما أنها تختلف فى العام الواحد، فى الصيف عنها فى الشتاء (غلاب وزميله، المرجع السابق، ص٣٥). كذلك يمكن تحديد تغيرات المناخ من خلال نمط وطبيعة الأوكسجين الإشعاعى المحجوز فى الغطاءات الجليدية بالقارة القطبية الجنوبية (التاركتيكا).

ج - التسجيلات التاريخية الخاصة بتقدم وتراجع الغطاءات الجليدية: وما تشير إليه من تعاقب البرودة والدفء والرطوبة والجفاف .

د - التسجيلات المتيورولوجية خلال الفترات الحديثة: فالتغير المناخى فى أوربا من المناخ البارد إلى الحار خلال عشرة آلاف سنة الأخيرة لم يكن تغيراً ثابتاً أو مطرداً، ومع استخدام مصادر المعلومات سابقة الذكر، يمكن فى الواقع إعطاء صورة عن التذبذبات المناخية وربطها بالأحداث التاريخية كما يتضح ذلك من الشكل التالى رقم (٥١) .



شكل (٥١) العلاقة بين المناخ والأحداث التاريخية

لقد ظهر فى القرن السابع عشر عصر جليدى محدود حدث خلاله تجمد نهر التيمز، وغطى الجليد مساحات واسعة من شمال غرب أوربا .

وقد سبق تلك الفترة – كما يتضح من الشكل السابق – فى العصور الوسطى من ١٠٠٠ إلى ١٥٠٠ ميلادية تقدم للجليد وحدوث فيضانات وعواصف عنيفة حول بحر الشمال أدت إلى مقتل نحو ٤٠٠ ألف نسمة (Knapp, R, 1988, p66) وذلك فى عام ١٥٧٠م .

أولاً–الأسباب الطبيعية للتغيرات المناخية :

تتعدد النظريات التى تفسر التغيرات المناخية، وخاصة تلك التغيرات التى تحدث خلال فترات زمنية طويلة، من هذه النظريات، النظرية التكتونية التى نادى بها بروكس Brooks وملخصها أن المناخ الأرض منذ بداية الزمن الأول كان يتميز بالاعتدال، وأن التغيرات المناخية التى تعرضت لها الأرض، قد حدثت فى أواخر الكمبرى وفى البرمى وفى خلال الزمن الرابع – البلايستوسين – نشأت عقب حركات تكتونية أدت إلى رفع أجزاء واسعة من الأرض، بينما ساد المناخ المعتدل، عندما كانت القارات منخفضة.

وتواجه هذه النظرية بنقد حاد يتمثل باختصار فى تكون الجليد وتقهقره نحو أربع مرات خلال البلايستوسين دون وجود علاقة بين هذا التعاقب وحدوث أى تغيرات تكتونية على سطح الأرض فى تلك الفترة (للاستزادة راجع، Brooks, C., 1949) .

ومن النظريات التى تفسر أسباب التغيرات المناخية بجانب نظرية بروكس التكتونية تلك المعروفة بنظرية "تغير الإشعاع الشمسى" وهى تربط بين تغيرات المناخ وتغير الإشعاع الشمسى حيث ترى هذه النظرية أن البقع الشمسية Sun Spots تزداد خلال العصور الجليدية فتنخفض درجة الحرارة وإن كان لا يوجد دليل على حدوث مثل هذه البقع على مدى فترات طويلة وبشكل منتظم.

وهناك من يفسر التغيرات المناخية بشكل عكسى، حيث يرى البعض أن نشاط الإشعاع يؤدى إلى ارتفاع درجة الحرارة فى العروض الاستوائية، وهذا يؤودى بدوره إلى زيادة التبخر وتكون السحب وسقوط الأمطار فى تلك العروض وتساقط الثلوج فى العروض العليا.

وتوجد نظرية ثالثة ترى أن تغير نسبة ثانى أكسيد الكربون لعب دوره فى الـتغيرات المناخيـة، حيث إنه من المعروف أن هذا الغاز يحافظ على حرارة الأرض من التبدد فى الفضاء، وأى نقص فيه معناه زيادة فى سرعة الإشعاع الأرضى، ومن ثم انخفاض درجة الحرارة، ونفس الدور يقوم به بخـار الماء فى الجو (وهيبة، ١٩٨٠، ص٤٢) .

ومن النظريـات كذلك نظرية فلكيـة فكرتها على حدوث ترددات لفلـك الأرض حـول الشمس بتأثير جاذبية الكواكب الأخرى التى تؤثر بدورها على كية الإشعاع التى تستقبلها الأرض من الشمس.

ويعنى تذبذب حركة محور الأرض، حدوث تغير فى نظم الحرارة والضغط الجوى والرياح، وإن كانت هذه لا تفسر سبب ميل المحور، ولم تستطع أيضاً أن تفسر سبب تعـدد الأوديـة الجليديـة وحدوثها فى نصفى الكرة الأرضية فى وقت واحد (راجع بالتفصيل غلاب، المرجع السابق، ص ص ١٦٠-١٦٥) .

أما بالنسبة للتغيرات التى تحدث للمناخ على المدى القصير (قرون أو عقود) فإننـا يجـب أن نعترف أنه من الصعوبة بمكان تحديد أسبابها أو تفسيرها .

ويوجد عاملان رئيسيان مكن من خلالهما شرح وتفسير التغيرات المناخية خلال القرن الماضـى (القرن التاسع عشر) يتمثلان فى :

١-درجة النشاط البركانى Volcanic Activities .

٢-التغير فى طاقة الشمس .

١-النشاط البركانى:

قد تؤثر الثورانات البركانية فى المناخ محلياً أو على مستوى عالمى معتمدة فى ذلك أساساً علـى طبيعة الطفح البركانى .

فعلى سبيل المثال نجد أن ثورانات بركان سانت هيلانة ذات تأثر مناخى محلى حيث تندفع المواد الخارجة فقط خلال طبقة التروبوسفير (الطبقة السفلى من الغلاف الغازى) بحيث يمكن للمطـر أن يزيل هذا الغبار الخارج مع الاندفاع البركانى عندما يسقط على الأرض .

بينما فى نمط آخر من الثورانات البركانية مثل ثوران بركان شيشون فى دولة المكسيك يخرج جزء كبير من المواد المندفعة إلى أعلى باتجاه طبقة الستراتوسفير أعلى طبقة التروبوسفير، حيث تبقى فيه لعدة سنوات وتسقط على الأرض فى بطء شديد للغاية، ومن هذه المواد أكاسيد الكبريت التى تنتشر فى شكل طبقة رقيقة تطوق الأرض ككل ويظهر تأثيرها فى امتصاص الأشعة القادمة من الشمس مما يؤدى إلى تغير فى ميزان الطاقة فى طبقة التروبوسفير فيما يمكن اعتباره استهلالاً لفترة من البرودة .

ويقدر بأن الطفوح البركانية فى العصور الحديثة تؤدى إلى نقص فى درجة الحرارة بمقدار درجة ونصف، وذلك لمدة عامين بعد حدوث الطفح والثوران البركانى، ويظهر التأثير واضحاً فى منطقة الثورانات كما حدث فى أوائل هذا القرن بجزر موريشيوس.

٢-تغيرات الطاقة الشمسية :

تلعب هذه التغيرات دوراً قوياً فى حدوث تذبذبات فى درجة حرارة العالم أثناء هذا القرن، وذلك منذ وجد تغاير فى الإشعاع الشمسى (للأشعة فوق البنفسجية) يتفق مع دورات البقع الشمسية التى تحدث مرة كل ١١سنة، كما لوحظ هذا التغاير على دورات متفاوتة مثل ١١ و٢٢و ٣٥سنة مع وجود دورات أخرى أكثر طولاً .

ثانياً - الإنسان وأثره على التغيرات المناخية :

يرى كثير من الجغرافيين وعلماء الميتودولوجيا أن المناخ الحالى فى طريقة للتغير بشكل واضح خلال العقود القليلة القادمة، ليس بسبب الظروف البيئية الطبيعية فقط ولكن بسبب النشاطات البشرية المتعددة وتدخلات الإنسان فى تغير طبيعة النظم البيئية من خلال قطع الأشجار وتلوث مياه البحار والمحيطات وتلوث الغلاف الغازى وغيرها من التدخلات التى يظهر أثرها على المدى البعيد فى تغير أنماط المناخ السائد فى الوقت الحاضر .

لقد أصبح من الأمور المفهومة حالياً أن السبب فى الدفء الذى تظهره التسجيلات الحديثة يتمثل فى زيادة نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون Carbon Dioxide فى الغلاف الغازى وهو غاز

خامل عديم اللون، وذلك من خلال ما يقوم به الإنسان من استخدامات متزايدة للوقود الحفرى من فحم وبترول وغاز طبيعي، والتى ينتج عن احتراقها تصاعد كميات ضخمة من هذا الغاز بجانب العديد من الغازات الأخرى فى طبقة التروبوسفير .

ولا يخفى علينا ما ينبعث من هذه الغازات من السيارات والقطارات وحرق الأخشاب والفحم بأنواعه، وكذلك ما ينبعث من مداخن المصانع ومعامل تكرير البترول .

وقد أشارت الدراسات العديدة التى قام بها مركز البحوث العلمية "بمونالوا" بجزر هاواى إلى الارتباط القوى بين التغيرات المناخية العالمية ومعدلات وجود غاز ثانى أكسيد الكربون بالجو .

ورغم أن زيادة معدلات الحرارة بنحو نصف درجة مئوية خلال الخمسين سنة الماضية قد تبدو زيادة محدودة، لكنها فى واقع الأمر ذات تأثير كبير على مناخ العالم .

ففى أثناء العصر الجليدى المحدود – سابق الذكر – والذى حدث فى القرن السابع عشر انخفضت درجة الحرارة العالمية بـ١,٢ درجة مئوية واحدة فقط .

وأثناء العصر الجليدى الرئيسى كان المعدل السنوى لدرجات الحرارة أقل من المعدل الحالى بخمس درجات مئوية فقط. ومعنى ذلك أنه مع استمرار نمط الحياة الحالى الذى يعتمد فيها السكان على استخدام أنواع الوقود الحفرى والعضوى – بشكل مبالغ فيه – الذى يحتوى على نسبة مرتفعة من الكربون فإنه من الممكن أن تحدث تغيرات مناخية حادة على مستوى العالم خلال القرن الواحد والعشرين .

١-أثر الصوبات الزجاجية The Greenhouse Effect :

جدير بالذكر أن غاز ثانى أكسيد الكربون لا يمثل أكثر من ١,٥% من حجم الغازات التى توجد بطبقة التروبوسفير، ومع قلة نسبته إلا أنه هام للغاية حيث يقوم بإنفاذ موجات الأشعة الشمسية القصيرة ووصولها إلى الأرض بينما يقوم بامتصاص الحرارة من الأشعة تحت الحمراء التى تبثها الأرض باتجاه الفضاء وهى أشعة ذات موجات طويلة، هذا الامتصاص Absorbtion يجعل عالمنا أكثر حرارة عما يجب أن يكون عليه فى الواقع، حيث أنه بدون امتصاص لهذه الأشعة المرتدة

(الإشعاع الأرضى Terrestrial Radiation) بواسطة ثانى أكسيد الكربون (أثر الصوبات)* فإن درجة حرارة التروبوسفير الملاصق للأرض، يمكن أن تقل عن معدلها الحالى بنحو ٢٥ درجة مئوية، وبالتالى تصبح الحياة مستحيلة على سطح كوكب الأرض .

ومن هذا المنطلق فإن الناس يمكنهم التحكم فى درجة الحرارة العالمية بسهولة نسبية من خلال تحكمهم فى زيادة أو نقصان نسبة ثانى أكسيد الكربون فى الجو .

فعندما يتم حرق الوقود الحفرى والأشجار فإن ذلك يعنى ببساطة قطع دورة طبيعية طويلة، قد تبدو فى البداية غير واضحة، ولكن مع تزايد معدل الاحتراق فإن كمية غاز ثانى أكسيد الكربون تتزايد باطراد، وهذا ما حدث بالفعل، حيث زادت نسبته فى الغلاف الغازى خلال القرن الحالى بنسبة ١٥% وزادت كميته من ٢٩٠ جزء فى المليون إلى ٣١٥ وذلك فى عام ١٩٨٠، ومن المتوقع زيادته فى عام ٢٠٥٠ إلى ٦٠٠ جزء فى المليون وذلك مع افتراض زيادة استهلاك الوقود بمعدل ٤% سنوياً، ولو تحقق هذا التوقع فإن المعدل الحرارى السنوى قد يرتفع على سطح الأرض بنحو درجتين مما يؤدى إلى كارثة حرارية .

ويرى إليكينسون Alkinson 1975 أن التصعيد بسبب التسخين فوق سطح المدن قد يكون عاملاً رئيسياً فى سقوط كميات كبيرة من الأمطار على المدن بالمقارنة بالضواحى والمناطق الريفية (White L, 1984, p455) حيث أن سطوح المدينة ذات خصائص فيزيائية تتناقص بحدة مع المناطق الريفية، فالألبيدو قد تكون أعلى قليلاً بسبب الكميات الضخمة من الخرسانة والزجاج ذات القدرة العالية على ارتداد أو انعكاس الأشعة إلى جانب ذلك فإن سطح المدينة به تباينات مورفولوجية تنتج عن انتشار المبانى بأشكالها وأحجامها المختلفة مما يؤدى إلى توافر العديد من أسطح الارتداد سواء من أسطح المبانى نفسها أو من جوانبها، كذلك ينتج ارتداد حرارى من الطوب الداخل فى البناء، وكذلك الحرارة المنبعثة من نظم التسخين وغيرها من مصادر الحرارة. مما يؤدى بدوره إلى خلق ما يعرف بالجزيرة الحرارية Heat Island داخل المدينة، ومن ثم درجة الحرارة

* نفس الدور الذى يقوم به بخار الماء فى الجو فكل من الغازين ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء يلعبان دوراً رئيسياً فى الميزانية الحرارية Heat Budget حتى أصبحا يمثلان معاً دور الصوبات الزجاجية فى الغلاف الجوى .

فى مركـز المدينة – حيث النشـاط البشرى المتزايـد وكثافة المبانـى العاليـة – أعلـى منـها بالمقارنة بالضواحى.

٢-الإنسان وتلوث الهواء:

يلعب الإنسان دوراً كبيراً فى تلويث الهواء وذلك من خلال أنشطته المتعـددة منـذ معرفتـه لاستخدام النار فى العصور القديمة (منذ حوالى ٥٠ ألف سنة) .

ولكن التلوث الحقيقى المتفاقم بدأ يتضح بشكل كبير منذ الانقلاب الصناعى وتطور وسـائل النقل المختلفة التى تستخدم الوقود الحفرى من فحم وبترول لتسييرها .

وهكذا بدأت طبقة التروبوسفير القريبة من سطح الأرض تتأثر كثيراً ويختل توازنها نتيجة لتزايد حجم الملوثات الهوائية التى تتمثل أساساً فى عدد كبير من الغازات الضارة مثل ثانى أكسيد الكبريت وأكسيد النيتروجين وثانى أكسيد الكربون وغيرها، وكلها تنتج فى الأساس م حرق الوقود الحفرى.

وتعد مركبات الكبريت أخطر هذه الملوثات، وخاصة ثانى أكسيد الكبريت الذى تمتصه قطيرات الماء بالسحب وينتج عن ذلك مطر حمضى Acidic Rain يسقط على الأنهار والبحيرات مما يؤدى إلى زيادة نسبته فى الماء مما يتسبب عنه إحداث خلل فى النظم الإيكولوجية من خلال موت العديد من أنواع الحياة بها. كذلك تمتصه الأشجار والنباتات الأخرى مما يتسبب فى إصابتها بالعديد مـن الأمراض التى تنهى حياتها. كذلك تعمل الأمطار الحمضية على تحلل الصخور تحللا كيماوياً بفعـل تحول كربونات الكالسيوم الداخلة فى تكوين الكثير من أنواع الصخور – وخاصة الرسوبية – إلى بيكربونات قابلة للإذابة Soluble وذلك عند تعرضها لحمض الكربونيك (الماء الحمضى) .

ويعد ثانى أكسيد الكبريت المذاب من أخطر أنواع الملوثات الهوائية حيث يقدر بـأن الغـلاف الغازى يستقبل سنوياً ما بين ٧٥-٨٠مليون طن من هذا الغاز ينتج معظمه من احتراق البتـرول والفحم، إلى جانب ما تأتى به البراكين الثائرة، ويحدث أن يتفاعل مع بخار الماء فى الجو مكوناً حمض الكبريتيك الذى يتعلق فى الهواء فى شكل رذاذ يسبب العديد من الأمراض التنفسية وتهيج فى العين وغير ذلك من الأضرار الصحية .

وأما عن الملوثات الأخرى من الغازات فمنها ثانى أكسيد الكربون والذى زادت نسبته فى الجو كما رأينا إلى ١٥٪ عما كانت عليه منذ أكثر من مائة عام (نحو ٣٥٠ جزء فى المليون بعد أن كانت نحو ٢٥٠ جزء/مليون) وزيادته فى الغلاف الغازى كما نعرف تعنى حدوث خلل فى نظام الغلاف الغازى وفى ميزان الحرارة على سطح الأرض، كذلك قد تؤدى زيادته إلى سقوط مطر حمضى فيؤدى ذلك إلى تحلل الصخور وبالتالى تجوية المبانى .

وثانى أكسيد الكربون رغم ذلك يعد من أقل أنواع الملوثات ضرراً كما أن دورته فى الطبيعة كفيلة – على المدى البعيد – بإعادة التوازن حيث يمتص بفعل بكتريا التربة والأحياء البحرية التى ينتهى بها الأمر إلى الترسب فى قيعان البحار والمحيطات .

وتكمن خطورته – من حيث التلوث – فى أن ذراته يمكن أن تمتص السموم ومع استنشاقها يمكن أن تنقل إلى الجسم .

ومن الغازات الضارة الأخرى أول أكسيد الكربون الذى يتحد مع كرات الدم الحمراء ويعوق دورة الأوكسجين بالدم مما قد يتسبب عنه اختناق ويظهر أثره الضار فى المناطق المغلقة مثل الأنفاق والحجرات المقفولة .

وبشكل عام فإن خطورة ملوثات الهواء بأنواعها المختلفة تنتشر فوق مساحات واسعة من سطح الأرض بالغلاف الغازى، وذلك نتيجة لدورة الرياح السطحية، وعادة ما تكون المناطق التى تتجه إليها الرياح هى أكثر المناطق تضرراً بالتلوث بعد منطقة المصدر .

ومن المشكلات المرتبطة بالتلوث الهوائى بجانب ما سبق ذكره تلك المرتبطة بطبقة الأوزون والتى يمكن إيجازها فيما يلى :

تعلو طبق الأوزون O_3 سطح الأرض بمسافة تتراوح ما بين ٢٥ و ٥٠ كيلومتر. حيث أن ارتفاعها يختلف بالاتجاه نحو القطبين كما يختلف من فصل إلى آخر .

تعمل طبقة الأوزون على حماية كل مظاهر الحياة على سطح الأرض من الأشعة فوق البنفسجية الضارة Ultra Violet Rays القادمة من الشمس .

يقدر بأن نقصاً مقداره ١% من طبقة الأوزون يؤدى إلى زيادة كمية الأشعة البنفسجية إلى الأرض بدرجة تؤدى إلى زيادة معدلات أمراض سرطان الجلد بنسبة ١٥% وغيره من الأمراض المعدية بجانب ما يتسبب عن ذلك من نقص فى الغذاء .

اكتشف العلماء فى سنة ١٩٨٦ ثغرة أو ما يعرف بثقب الأوزون فوق القارة القطبية الجنوبية.

وقد كان معروفاً منذ السبعينات من هذا القرن أن الغازات المستخدمة فى منتجات الإيروسول aersol والثلاجات ومنتجات اللدائن الصناعية تتسبب فى تدمير طبقة الأوزون، وتعرف هذه الغازات بالكلورفلوروكربون* Chlorofluruocarbons (CFCs) .

فى سنة ١٩٨٧ اتفقت كل من أوربا والولايات المتحدة من خلال معاهدة تمت فيما بينهما على تخفيض إنتاجها من هذه الغازات بنسبة ٥٠% (Eyre P.M., 1990, p.73P.) علماً بأن الولايات المتحدة تنتج وحدها نحو ٣٥٠ ألف طن سنوياً، ونفس الكية تنتجها دول غرب أوربا، وتنتج اليابان ١٥٠ألف طن .

وحيث أن غازات الكلورفلوروكربون تستغرق ما بين ٣٠ و ٤٠سنة للتغلل فى الغلاف الجوى، فإن صورة المستقبل بالنسبة لطبقة الأوزون غير مؤكدة والأمور غير واضحة تماماً .

تكمن المشكلة فى أن الكثير من دول العالم النامى فى اتجاهها للتصنيع تؤدى إلى زيادة هذه الغازات فى الغلاف الغازى . مثالنا فى ذلك امتناع الولايات المتحدة الأمريكية وهى أكبر دول العالم الصناعية عن التوقيع على معاهدة كيوتو الخاصة بالحد من الصناعات المؤدية لزيادة الغازات المدمرة لطبقة الأوزون وحماية المناخ .

نظراً لخطورة الطائرات الأسرع من الصوت والتى تنفث فى الجو أكسيد النيتروجين Nitrogen Oxide الذى يمكن أن يتفاعل مع الغازات الأخرى ومن ثم تقليل تركيز الأوزون فقد عارض الكثير من العلماء تطوير مثل هذه الطائرات .

---

*تستخدم هذه المواد فى صناعة التبريد فى مختلف أنواع الإسفنج وتحدث تأثيرها بأن تصعد جزئياتها إلى طبقة الستراتوسفير وتبقى فى الهواء مدة طويلة نتيجة لكونها تتميز بالاستقرار وقد وجدت هذه المركبات مع أكسيد النيتروجين على ارتفاع نحو ١٨كم فوق سطح البحر بالعروض الاستوائية وعلى ارتفاع نحو ٧كم فى العروض العليا .

الفصل الثامن

الغلاف الحيوى
Bioshphere

مقدمة :

يتمثل هذا الغلاف فى الجزء الأرضى الذى يشتمل على صور الحياة المختلفة التى ترتبط بدورها بعمليتين أساسيتين للحياة، هما التمثيل الضوئى، والتنفس respiration، هاتان العمليتان تتضمنان استمرارية ثلاثة عناصر كيماوية هامة هى (الأيدروجين والأكسجين والكربون) فى حالتها الصلبة أو السائلة أو الغازية gaseous .

الحالة السائلة توجد بالطبع فى الهيدروسفير أو الغلاف المائى، والحالة الصلبة فى الغلاف الصخرى، والحالة الغازية فى الغلاف الجوى، ومن ثم فإن الغلاف الحيوى يوجد فى ملتقى الأطر (أو الأغلفة) الثلاثة سابقة الذكر، شاغلاً نطاقاً رأسياً نسبياً من نحو ٧٠٠٠ فوق مستوى سطح البحر إلى نحو ٦٠٠٠ متر تحته، ويعد الإنسان الكائن الطبيعى الرئيسى الذى يستفيد بأكبر نصيب من مكونات هذا الغلاف بالمقارنة بالأحياء الأخرى، ويعد اعتماده اللامحدود على الغلاف الحيوى، كذلك تأثيره فيه من الموضوعات الهامة التى تهتم بها العلوم المختلفة بما فيها الجغرافيا الطبيعية والبشرية.

أما بالنسبة للجغرافيا الحيوية Biogeography فإنها تهتم أساساً بدراسة أنماط توزيع الأحياء مكانياً وزمنياً والعوامل البيئية التى تؤثر فى هذا التوزيع، ومن ثم فإن على الجغرافيا الحيوية أن تستفيد من عدد من العلوم الأخرى التى تهتم بالبيئة مثل الجيولوجيا والطبيعة والمناخ وعلم الحفريات Palaeontology والفسيولوجيا وعلم البيئة الحيوية (الإيكولوجيا) .

والجدير بالذكر أن صور الحياة على سطح الأرض تتميز بتعقيداتها الطبيعية والكيماوية حيث تعيش فى أشكال وأنواع معقدة يصعب حصرها كاملاً، فالنباتات الخضراء والفطريات تبلغ نحو ٣٠٠,٠٠٠ نوع كما يبلغ عدد أنواع الحيوانات المختلفة التى استطاع علماء الأحياء حصرها نحو ١,٣٠٠,٠٠٠ نوع، علماً بأن هذه الأعداد السابقة لا تشتمل على البكتريا أو الخمائر التى تتكون بدورها من آلاف الأنواع، وما زالت هناك أنواع مختلفة من الأحياء النباتية والحيوانية التى لم تعرف بعد .

وكل نوع من هذه الأشكال الحيوية لا يتوزع بشكل عشوائى على سطح الأرض حيث إن كل نوع منها يشغل مساحة محددة منه ويختلف حجمها من نوع إلى أخر، وبعض هذه الأنواع نادرة للغاية قد تظهر فى منطقة أو منطقتين على الأكثر، والبعض الآخر يوجد بشكل شائع فى كل مكان تقريباً.

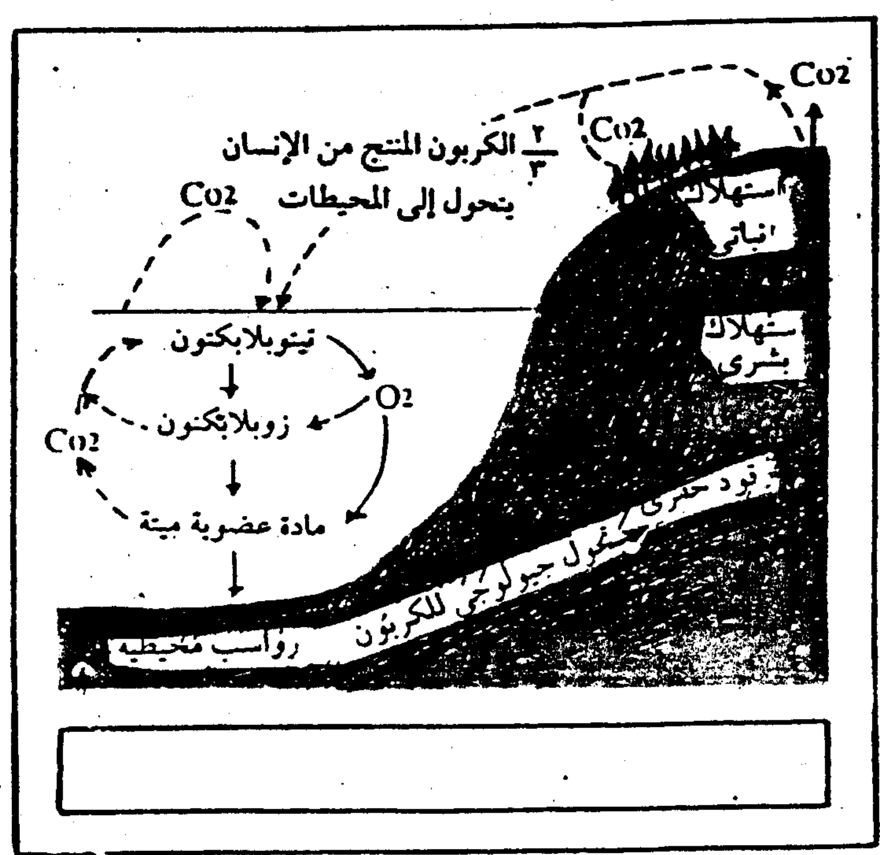
ويعد الإنسان أكثر الأنواع انتشاراً حيث يمكنه أن يعيش فى بيئات مختلفة باستثناء المناطق المتجمدة والمناطق شديدة الجفاف .

ولكى نفهم جيداً العنصرين الرئيسين للنظم البيئية الطبيعية، وهما التربة والنبات الطبيعى (المحور الرئيسى للجغرافيا الحيوية) . يجب أن نعطى إشارات سريعة لدورات العناصر الرئيسية للحياة على سطح الأرض (الكربون والأيدروجين والأوكسجين) يلى ذلك إيجاز لمفهوم النظم بالبيئة الأيكولوجية من جهة نظر الجغرافية .

أولاً-دورات العناصر الرئيسية للحياة :

-دورات الكربون والماء والأوكسجين :

١-دورة الكربون : يظهر الكربون فى ثلاثة أشكال رئيسية يتمثل فى حالته الغازية كثانى أكسيد الكربون، حيث يوجد بهذه الحالة مختزناً بهذه الحالة مختزناً فى الغلاف الغازى ومياه المحيطات، ويستخدم فى عملية التمثيل الضوئى بواسطة الأحياء ذاتية التغذية، ويختزن كذلك فى كل أنواع النباتات ويعد مصدراً رئيسياً لإمدادها بالطاقة وكذلك يوجد فى شكل كربونات مختزنة فى رواسب المحيطات والبحيرات، الشكل رقم (٥٢) .



شكل (٥٢) دورة الكربون فى الغلاف الجوى

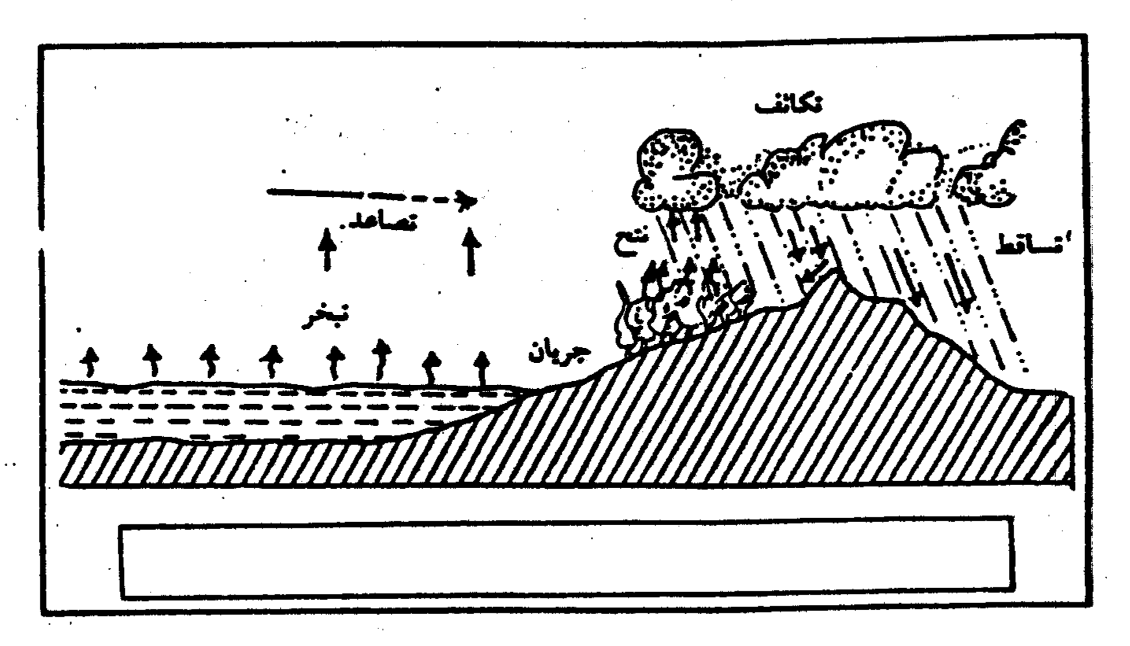
ويتـم تثبيت ثانى أكسيـد الكربون فى المحيطـات من خلال البلانكتون الطافية والتى لها القـدرة على امتصاص الضوء فى عملية التمثيل الضوئى،وتحصل على ثانى أكسيد الكربون من ميـاه المحـيط الغنية به، وعندما تموت هذه الأحياء الدقيقة تغوص فى الأعماق لتتغذى عليها أحياء مجهرية تشـبه البلانكتون تحصل على الأوكسجين الناتج من البلانكتون من أجل تنفسها، وناتج هذه العملية كلها يتمثل فى ثانى أكسيد الكربون الذى يتحلل فى الماء ليصـبح متاحـاً لعمليـة التمثيـل الضـوئى للفيتوبلانكتون، وهكذا تستمر دورته فى المحيط، وعادة ما يحدث تبادل لهذين العنصـرين اليـابس والمحيط وذلك من خلال تبادل ثانى أكسيد الكربون بين المحيط والغلاف الغازى وخاصـة أثنـاء حدوث الأمواج .

وتبلغ نسبة ما يضاف إلى الغلاف الغازى من ثانى أكسيد الكربون جزءين فى المليون كل سنة، وقد كانت النسبة فى الغلاف الغازى أواخر القرن الماضى ٢٩٠ جزءاً فى المليون، وأصـبحت فى الوقت الحاضر ٣٣٠ جزء / مليون بسبب النشاط الصناعى المتزايد واحتراق كميات ضخمة مـن الوقود للأغراض المختلفة، ويرجع بعض علماء المناخ ظاهرة ارتفاع درجة الحرارة إلى زيادة نسـبة غاز ثانى أكسيد الكربون فى الجو إلى ١٢% (نسبة الزيادة المئوية بين الرقمين السابقين) .

٢-**الدورة المائية**:تتميز المياه بالعديد من الخصائص ذات الأهمية البالغة بالنسبة لأشكال الحياة على سطح الأرض . منها أنها تتجمد ثم تتمدد أى أنها تشغل حيزاً أكبر عند نفس الوزن، والجليـد أقل كثافة من الماء، ومن ثم يطفو على سطح الماء، وهذه الخاصية ذات أهمية كبيرة فى الأجزاء المائية منه فى الغلاف الجوى. فلو أن الجليد يغوص عند القاع فإنه سرعان ما يتراكم رأسياً باتجاه السطح .

كذلك فإن المياه تنقل الحرارة بكفاءة عالية فى الغلاف الغازى والمحيطات، إلى جانب أنها عامـل إذابة جيد للمواد الصخرية، وتقوم أيضاً بنقل المواد الغذائية خلال التربة مع قدرتها على تحويلها إلى مواد مخصبة للنبات تعمل على استمرار نموه، والتى بدون هذه المواد الغذائية التى تمتص عن طريـق الجذور لا تتم عملية التمثيل الضوئى ذاتها .

وبسبب أهمية المياه فقد درست الدورة المائية أو الهيدروغرافية منذ فترات قديمة. شكل رقم (٥٣).



شكل (٥٣) العمليات الرئيسية فى الدورة الهيدرولوجية

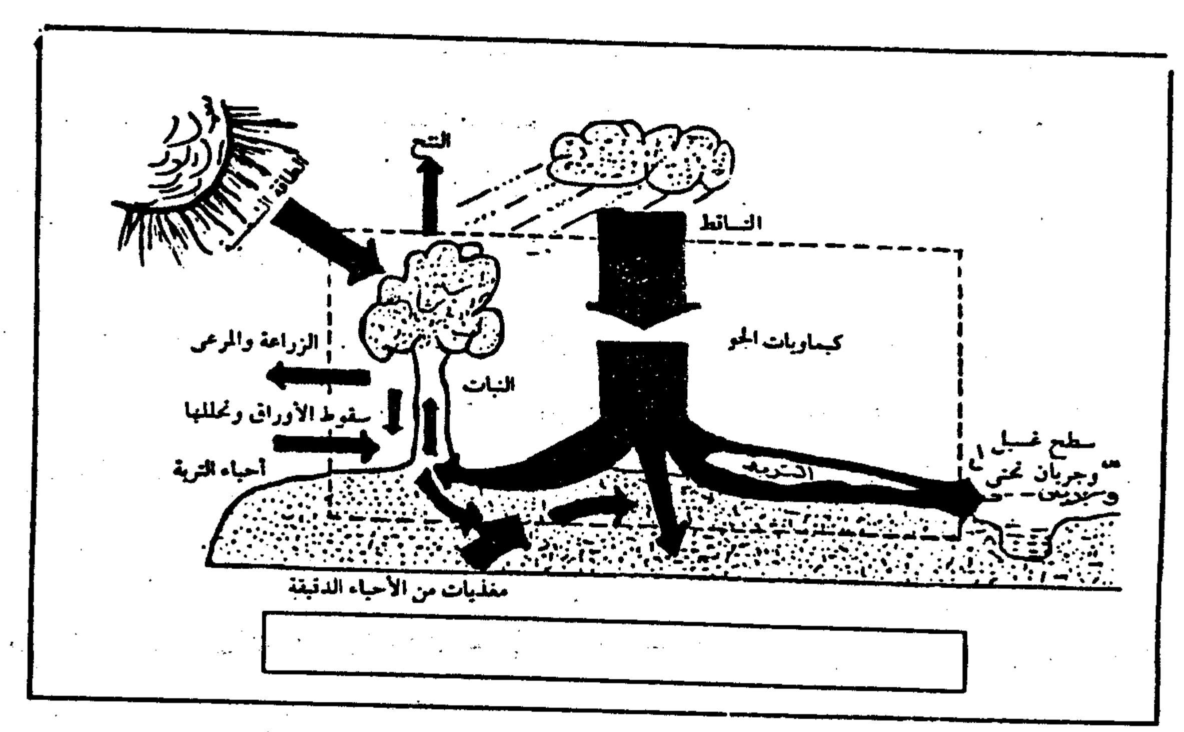
٣-دورة الأوكسجين: ينتج عن عملية التمثيل الضوئى، وتتميز دورته بتعقدها الشديد وذلك؛ لأنه يتفاعل سريعاً مع أغلب العناصر الكيماوية إلى جانب ارتباطه بدورات كل من الكربون والماء.

وعموماً فالأوكسجين عنده القدرة على التكون فى الغلاف الغازى منذ ملايين السنين ويمثل نحو ٢١% من جملة الغازات المكونة له، ويستحيل مهما حدث على سطح الأرض من آثار سلبية أن تقل هذه النسبة، حيث يرى البعض أنه لا يمكن أن تقل نسبة الأوكسجين فى الغلاف الغازى إلى الحد الحرج إلا فى حالة حرق كل مكونات الكربون الموجودة بالغلاف الصخرى وهذا أمر مستحيل بالطبع.

ثانياً-النظم البيئية (الأيكولوجية) Ecosystems :

من المعروف أن البيئة الطبيعية تشتمل على مركب من الأنواع Species أو مجموعات من الأحياء المتفاعلة مع بعضها البعض، فالأحياء بمعنى آخر لا تعيش فى عزلة Isolation ولكنها تعيش فى تكامل وترابط مع بعضها البعض Association .

إن النظام البيئى تنظيم مساحى لمجموعة من الأحياء النباتية والحيوانية والأحياء الدقيقة والمواد الأخرى، والطاقة التى تتفاعل مع بعضها البعض بجانب تفاعلها مع بيئتها المحيطة من خلال حدود نظامها البيئى الذى تعيش فى كنفه شكل رقم (٥٤) .



شكل (٥٤) نظام التربة والنبات

"يبين العلاقة القوية بينه وبين الدورة المائية"

ويمكن لأى نظام بيئى (أيكولوجى) An ecosystem أن يوجد فى أى وحدة مساحية مهما كانت كبيرة أو صغيرة، فالعالم ككل يمكن اعتباره نظاماً بيئياً (Knapp. B. etal, 1989, p.216) ويمكن فى نفس الوقت اعتبار غابة صغيرة المساحة نظاماً بيئياً متكاملاً (إيكولوجى) . وتتفاعل عناصر النظام البيئى* وترتبط بعضها البعض من خلال انتقال الطاقة والغذاء Nutrients أو الأيونات.

أ-مكونات النظام الأيكولوجى:

ويتكون النظام الأيكولوجى من كل من :

١-المجموعة غير الحية (التربة وماء المطر) .

٢-النباتات الخضراء .

٣-الحيوانات التى تتغذى مباشرة على النبات (أكلة العشب herbivores) أو التى تتغذى بطريق غير مباشر (أكلة اللحوم carnivores) .

---

*أحياء ونباتات وتربة وغيرها.

٤-الأحياء الدقيقة decomposers مثل البكتريا ودودة الأرض وغيرها والتى تحول الأنسجة الميتة إلى مركبات مذابة من خلال عمليات التحلل المعدنى (تفتيت الأنسجة عن طريق الأحياء الدقيقة وتحويلها إلى أحماض قابلة للإذابة) ومن خلال تكون الدوبال humification (يتكون الدوبال من بعض الأحماض والأيونات) .

ويحصل النظام البيئى - كما نعرف - على الطاقة من الإشعاع الشمسى التى تخرج منه فى شكل حرارة، أما الغذاء فيحصل عليه من تجوية التربة ونسبة قليلة من هذا الغذاء يفقد عن طريق الغسل، ومع ذلك فإن النظم البيئية نشطة جداً فى الاحتفاظ بالمواد الغذائية المتاحة، حيث أن إعادة دورة الغذاء هى أساس ثبات واستقرار النظام البيئة الإيكولوجى .

ب-ضوابط النظام البيئى الأيكولوجى : توجد مجموعتان من العوامل التى تحدد مكونات النظام البيئى الإيكولوجى .

١-الضوابط البيئية Environmental controls :

كل الأنواع على سطح الأرض لها ظروفها البيئية الملائمة لها (مثل الضوء - الرطوبة - درجة الحرارة ، وغير ذلك). والأنواع الأحيائية يمكن أن تنمو فى مثل هذه الظروف ولكن عليها أن تتحمل الظروف غير المواتية لنموها، فعلى سبيل المثال بعض المحاصيل المدارية قد تنمو فى مصر مثل البن أو الشاى ولكنها لن تنتشر فى مصر كغيرها من محاصيل أخرى، وسوف يقتصر وجودها على مواضع محدودة مثل منطقة أسوان أو المناطق الحارة فى الجنوب .

ب-الضوابط التنافسية Competitive controls :

لا تتكون النظم البيئية من نوع واحد من النبات أو الحيوان أو غيرها حيث أن النوع الواحد لا يمكنه الاستفادة الكاملة بمفرده من الطاقة والغذاء المتاحة داخل النظام البيئى وذلك لأن مكونات النظام البيئى تعتمد أساساً على عاملين :

-عدد الأنواع التى يمكن أن تعيش فى بيئة محددة.

-قدرة الأنواع على التنافس مع بعضها البعض من أجل الطاقة والغذاء .

م-الشكل والتنوع فى النظام البيئى :

يشير شكل الأنواع فى النظام إلى حجمها وتنظيمها وشكل أوراق النباتات ونمط تزهيرها، وخصائص جذورها وهكذا، أما التنوع diversity فإنه يختلف من نظام بيئى إلى آخر، فمراعى الحشائش تحتوى فقط على تلك الأنواع species القادرة على تحمل ضغوط بيئية بدرجة أكبر منها فى بيئات الغابات مثلاً (Knapp. B, etal, 1989, p22) .

ثالثاً-التربة والنبات الطبيعى :

تمثل التربة والنبات الطبيعى العنصرين الرئيسين للنظم البيئية الطبيعية ويمثلان مع بعضهما المحور الرئيسى للجغرافيا الحيوية التى تهتم بدورها بتوزيع الأحياء مكانياً وتطورها زمنياً راجع الشكل رقم(٥٤).

أ-التربة Soil* :

تتكون التربة من جزيئات صخرية غير عضوية inorganic اشتقت من عمليات التجوية والنحت، ومن مواد عضوية organic اشتقت من تحلل النباتات، وتعد التربة ذات أهمية للمجموع الجذرى للنبات وتعمل بالتالي على تثبيته، إلى جانب أن التربة تختزن المياه بحيث يمكن للنبات الحصول عليها بسهولة، وتختزن أيضاً المعادن المغذية للأنواع النباتية المختلفة mineral nutrients وذلك فى شكل دوبال طينى مركب clay humus وفى شكل محلول مائى .

تحتل التربة القطاع الأعلى من السطح الصخرى regolith، وتعد التجوية الكيماوية ذات أهمية فى تطور التربة حيث تنتج عنها مواد هامة لتغذية النبات مثل المغنسيوم والبوتاسيوم والكالسيوم وقليل من الكبريت والنحاس، والأخير ذو أهمية فى عمليات التمثيل الضوئى للنبات .

وتعد الأوراق الساقطة من الأشجار مواد غذائية عضوية هامة بعد أن تتحلل حيث تحتوى النباتات المتحللة على نيتروجين ومغنسيوم وأكسوجين وكربون وهيدروجين .

١-تطور التربة: تنقسم العوامل التى تؤثر على تطور التربة إلى قسمين رئيسين كالآتى :

*اشتقت من الكلمة اللاتينية solum وتعنى مواد أرضية سائبة تنمو لها النباتات .

عوامل نشطة Active - Factors : ويقصد بها العوامل التى تؤثر فى عمليات التجوية الميكانيكية للتربة وتحللها وهى المناخ الموجودة بالتربة .

يعد المناخ من العوامل الرئيسية من خلال التساقط والتبخر – نتح فعندما يزيد معدل المطر عن طاقة التبخر – نتح فإن الماء الفائض يتسرب إلى أسفل التربة وفى حالة تفوق التبخر على المطر تصعد المياه إلى أعلى حاملة معها المواد المخصبة والمتحللة لتتراكم قرب السطح .

أما بالنسبة للحرارة كعنصر مناخى مؤثر فى التربة فإنها ذات علاقة قوية بعملية التبخر – النتح، وإن كان العديد من جوانب العلاقة بين رطوبة التربة والحرارة غير مفهومه بالقدر الكافى. فعلى سبيل المثال نجد أن السليكات فى التربة المدارية الرطبة تتحرك إلى أسفل بالإذابة فيما يعرف بغسل التربة من السيليكا Decilication تاركة الحديد قرب السطح أو فوقه، لذلك تميل التربة المدارية إلى اللون الأصفر أو الأحمر بحيث تعكس محتواها من أكاسيد الحديد .

وفى تربة المناطق المعتدلة يتحرك الحديد إلى أسفل تاركاً السيلكا قرب السطح، وتعد تربة البدزول Podsols مثالاً واضحاً لذلك حيث تتميز باللون الرمادى، وما زال حتى الآن السؤال المطروح : لماذا يختفى الحديد فى المناطق المعتدلة والسيلكا فى العروض المدارية مرتبطة فى ذلك بالحرارة المرتفعة والرطوبة الزائدة؟ (Wilcock, D, 1983, p.177) .

ومن العوامل النشطة الأخرى المؤثرة فى التربة الأحياء حيث تقوم الفطريات fungi والبكتريا وغيرها من الأحياء الجهرية بتحليل المادة العضوية الميتة، وأكثر الأحياء أهمية فى ذلك دودة الأرض earth-worm * التى تقوم بتحلل المواد العضوية والمواد غير العضوية وتعمل على تقليب التربة بعد تفتيت موادها، كذلك تعمل على حفر ممرات دقيقة لها أثناء تحركها فى التربة تسمح للهواء والماء بالمرور فى التربة بسهولة، ومن المعروف أن التربة التى يتخللها الهواء بحرية تتميز بالدفء والعكس فى التربة التى لا يتمكن الهواء من التغلغل فيها حيث تميل إلى البرودة وهذا الأمر هام فى العروض العليا والباردة .

* يقدر عدد هذه الديدان فى غابات روسيا بنحو ٢,٩ مليون دودة فى الهكتار تقل فى أراضى القمح إلى ٨٨٠ ألف دودة للهكتار.

العوامل الإيجابية الأخرى المؤثرة فى تطور التربة:

تمثل هذه العوامل فى المواد الصخرية الأساسية وعامل الزمن والطوبوغرافيا ولكنها تقوم بتأثيرها على التربة بشكل متكامل فيما بينهما .

ففى المراحل الأولى لتطور التربة تجد أن المواد الصخرية الأساسية هى التى تحدد طبيعة عملية التحلل للعناصر الكيماوية التى تحتويها، ولكن عندما يتم نضج النظام البيئى للتربة والنبات فإن استمرارية وتكرار الدورة الغذائية Recycling of Nutrients من التجوية غير ذات أهمية كبيرة، بمعنى أخر أقل أهمية من المرحلة السابقة لنضج التربة، ويلعب الزمن دوره كعامل هام من خلال مساماتها أو تحلل لعناصرها، وذلك خلال فترة زمنية طويلة، وعموماً فإن التربة فى أى منطقة تعكس بشكل كبير طبيعة الظروف المناخية السائدة بها وذلك أكثر من كونها انعكاساً للتباين الصخرى السائد .

وتعد الطوبوغرافيا عاملاً إيجابياً مؤثراً حيث تتحرك التربة بالزحف أو الانزلاق على السفوح مع اتجاه الانحدار بفعل الجاذبية الأرضية للتراكم عند حضيض السفوح Down Slope.

وهناك علاقة بين سمك قطاع التربة ودرجة انحدار السفوح حيث يقل سمكها مع شدة الانحدار، وتتميز فى نفس الوقت بعدم نضجها على العكس من السفوح قليلة الانحدار حيث تتميز تربتها بسمكها الكبير ونضجها الواضح .

وعندما تتراكم التربة عند أقدام السفح بسمك كبير يطلق عليها التربة الفيضية تشبه فى ذلك تربة السهول الفيضية بالأنهار .

وفى تربة السهول الفيضية عادة ما تكون المياه تحت الأرضية Subterranean Water قريبة من السطح وربما تصل إليه، ويؤدى ذلك إلى إخراجها للهواء من مسامات التربة بشكل أكبر من الوضع فى تربة السفوح العليا،وينتج من خروج الهواء بهذا الشكل بطء شديد فى عمليات التحلل، وإذا تكرر الفيضان بشكل مستمر فإن المواد العضوية بالتربة لا تتحلل تحللا كاملا، وينتج عن ذلك تكون التربة فى شكل خث* peats غير ناضج، وكثيراً ما توجد أنواع من هذه التربة فى

*يقصد به النباتات ومخلفاتها العضوية فى حالة تحلل جزئى بالتربة .

المناطق سيئة الصرف مثل تربة الـ gleys فى المناطق التى يزيد فيها معدل التساقط على طاقة التبخر – النتح.

٢ – بعض الخصائص العامة للتربة:

تختلف أى تربة عن تربة أخرى فى عدة خصائص يمكن إيجازها فيما يلى :

نسيج التربة Texture :

يقصد به قوام التربة الذى يشير إلى توزيع حجم الحبيبات المعدنية (غير العضوية) فى التربة، وتتراوح أحجامها ما بين الحصَى الذى يتراوح قطره ما بين ٢ و٧٥ مللم وحتى الطين الغروى أقل من ٠,٠٠٢ من الملليمتر، ويتوقف قوام التربة على النسبة المئوية لكل فئة من فئات الحجم بها والتى ترتبط بها الخواص الطبيعية للتربة كالرشح ودرجة الاحتفاظ بالماء وسرعة التهوية وغير ذلك.

بنية أو تركيب التربة Structure :

تطلق على شكل تجمع حبيبات التربة الصغيرة فى تجمع حبيبى مركب وفى ترتيب هندسى معين يحتوى على مسافات أو فراغات بين حبيباته ذات الأحجام المختلفة، هذا وتتوقف قدرة التربة فى تكون بنائها على مقدار الغرويات اللاحمة بها سواء كانت عضوية أو معدنية مثل الدوبال الغروى، وتسمى التجمعات الحبيبية المركبة، ويمكن تصنيفها حسب شكلها، بعضها طولى يبدو فى شكل أعمدة بارتفاع ١٠سم ذات قمة مستوية، وبعضها مفلطح (رقيقة المستوى) وبعضها كتلى فى مظهره.

وتؤثر البنية أو تركيب التربة على درجة تسرب المياه بها وسهولة أو صعوبة حرث التربة، وأفضل أنواع التربة للزراعة المفتتة التى تتراوح أحجام حبيباتها ما بين ١مللم إلى ٥مللم حيث تعمل على الاحتفاظ بالمياه ودخول الهواء (الأوكسجين) بينما فى حالة التربة الخشنة التى لا تحتفظ بسهولة بمياهها فإنها تفقد الكثير من العناصر الغذائية بها من خلال إذابتها وتسربها مع المياه .

–قطاعات التربة :

تنقسم إلى ثلاثة آفاق Horizones رئيسية هى من أعلى إلى أسفل :

أفق أ : وهو الطبقة السطحية من قطاع التربة، وينقسم بدوره إلى ثلاثة أقسام، ويعد هذا الأفق مع الأفق ب التربة الرئيسية حيث يوجد بهما المواد المعدنية والمواد العضوية المتحللة، ويتميز

الأفق أ بأنه الجزء من التربة الذى يتعرض لعمليات الغسيل leaching التى يتم خلالها تسرب المواد والعناصر الكيماوية إلى أسفل مع المياه المتسربة .

أفق ب : يقع أسفل أفق أ مباشرة ويختلف عنه فى اللون والبناء والتماسك .

أفق جـ: وهو الطبقة التى تلى أفق ب وتكون عبارة عن المادة الأصلية للتربة التى افترض أنها لم تتأثر بعد بعوامل التكوين والتجوية،ويعد حدها العلوى منطقة انتقالية من الحالة الأصلية إلى الحالة المفتتة.

وعادة ما يوجد تقسيم عام للتربة إلى تربة أصلية أو تربة حقيقية Soulm وتشتمل على الأفق أ و ب وتربة سطحية متمثلة فى الأفق أ ثم تربة تحت سطحية Subsoil. وغالباً ما تضم أفق ب ثم طبقة ما تحت التربة Substratum وهذه تكون من المواد الصخرية الأصلية وتقع أسفل التربة الحقيقية .

اللون :

يعتبر اللون من الخصائص المميزة للتربة بأنواعها المختلفة والتى تعكس محتواها من كل المعادن والمواد العضوية، غالباً تحتوى التربة الداكنة على نسبة مرتفعة من المادة العضوية، ولكن التربة رمادية اللون Gray Soil قد تقل المواد العضوية بها أو يقل أكسيد الحديد .

وقد تكون كل آفاق التربة متساوية فى درجة اللون أو مختلفة عن بعضها، هذا ويمكن عن طريق وصف لون التربة الإلمام بصورة مختصرة عن حالة التهوية والرطوبة والحرارة فى التربة نفسها، وكذلك معرفة مكوناتها المعدنية والعضوية، ويمكن أيضاً معرفة درجة خصوبتها بعد إجراء بعض التحاليل عليها .

وبشكل عام فإن التربة الحمراء أو المحمرة تحتوى على نسبة عالية من أكاسيد الحديد وقد يتحول اللون الأحمر إلى اللون الأصفر أو الأخضر أو الأزرق وذلك من خلال زيادة أكاسيد الحديد بها. وتنتج الألوان الفاتحة أو البيضاء بصفة عامة عن وجود معادن مختلفة مثل كربونات الكالسيوم وأكاسيد السيليكا والفلسبار .

ويمكن تحديد لون التربة فى الحقل اعتماداً على النظر المجرد، وإن كان يحتاج إلى خبرة طويلة للتعبير عن ألوان مع العلم بأن الألوان الرئيسية فى التربة هى الأسود والرمادى والبنى والأحمر والأصفر .

المادة العضوية فى التربة :

تتكون المادة العضوية فى التربة من تحلل الجذور وبقايا النباتات من أوراق وغصون، وعندما تتحلل هذه المواد العضوية بواسطة الكائنات الحية الدقيقة Microorganisms فإنها تصبح بشكل عام داكنة اللون ويطلق عليها الدوبال Humus الذى يلعب دوراً هاماً فى تماسك الحبيبات الناعمة فى شكل التجمعات التى سبق شرحها والتى تعطى التربة بناءها .

ورغم قلة المادة العضوية فى المناطق الجافة وشبه الجافة إلا أن تأثيرها بالغ على خواص التربة ومراحل نمو النباتات وخاصة تأثيرها على الخواص المورفولوجية للتربة من لون وبناء، وكذلك على خصائصها الطبيعية، كما أنها تعتبر المصدر الرئيسى لإمداد التربة بعنصرى الكبريت والفسفور وكذلك النيتروجين.

درجة تركيز أيون الأيدروجين PH :

تسمى أحياناً درجة حموضة التربة أو PH التربة، والتربة إما أن تكون حمضية أو قاعدية (قلوية) أو متعادلة.

وتزداد قلوية التربة مع زيادة تراكم الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم حيث تزيد أيونات الهيدروكسيد -OH على أيونات الأيدروجين H^+ فى محلول التربة، وإذا ما تساوى الاثنان أصبحت التربة متعادلة.

والتربة الصحراوية قلوية بينما التربة فى المناطق الباردة حمضية مثل تربة البدزول حيث تغسل الأملاح سابقة الذكر بسبب الأمطار .

وتتراوح نسبة الحموضة فى التربة بين ٣ و ١١ فاذا كان الرقم PH فى التربة يتراوح ما بين ٣ و ٤ تكون شديدة الحموضة ثم تقل درجة الحموضة مع تراوح الرقم ما بين ٦-٧ ثم تكون التربة متعادلة عند الرقم ٧ ثم تتحول إلى قلوية Alkaline من ٧-١١ والرقم الأخير تكون التربة فيه شديدة القلوية جداً .

ويمكن قياس حموضة التربة فى الحقل من خلال جهاز مقياس الحموضة (PH meter) وترجع أهمية معرفة الحموضة لتحديد أنواع الأسمدة المطلوبة ودرجة ذوبانها ومدى استفادة النبات منها .

رابعاً-النبات الطبيعى Vegtation :

بداية نرى أن العوامل المؤثرة فى نمو النبات الطبيعى هى نفسه تقريباً العوامل المؤثرة فى التربة.

أ-العوامل المؤثرة فى النبات :

يعد المناخ أهم العوامل التى تؤثر وتتحكم فى التربة والكائنات الحية، ففى الأقاليم الرطبة التى يفوق فيها معدل التساقط التبخر-نتح، وتكون فيها بالتالى حركة المواد الغذائية وانتقالها من أعلى إلى أسفل، تسود الأشجار وتفوق كثيراً نمط الحشائش حيث تتميز بجذورها الطويلة، والتى يمكنها من خلالها استخراج المواد الغذائية اللازمة من أعماق أبعد فى التربة، بينما تسود الحشائش فى حالة توافر المواد الغذائية اللازمة لنموها على السطح الخارجى للتربة أو قريبةمنه، ويظهر ذلك فى المناطق التى تقل فيها الأمطار وترتفع معدلات التبخر.

ونظراً لكون النبات بجميع أنواعه يتطلب ظروف حرارة ورطوبة معينة لكل مرحلة من مراحل نموه فإثبات الظروف المناخية من سنة إلى أخرى يعد من الأمور الهامة والضرورية لاستمرارية النمو.

ومن الأمور الهامة التى ترتبط بالمناخ ما يتمثل فى الصور التوزيعية للحرارة والمطر خلال شهور السنة، والتى بدورها تتحكم فى طول فصل النمو. حيثما ترتفع درجة الحرارة ويتساقط المطر بشكل مستمر على مدار السنة ينعكس ذلك على نمو نباتى دائم، كما هو الحال فى المناطق الرطبة المدارية. ويمكننا أن نؤكد من الحقائق التالية الارتباط القوى بين النباتات وظروف المناخ، ففى المناطق شديدة البرودة والرياح نجد أن النباتات تظهر قريبة من سطح الأرض (قصيرة) وذلك للاستفادة بقدر الإمكان من الإشعاع الأرضى المتاح والتقليل بقدر الإمكان من التعرض للرياح الباردة. وفى المناطق الجافة (وهى من البيئات المتطرفة) نجد أن أوراق الأشجار صغيرة المساحة وشمعية waxy وذلك للتقليل ما أمكن من أثر عمليتى التبخر - نتح، والعديد من الأنواع النباتية هنا ذات لحاء سميك وأوراق سميكة، وذلك من أجل الاحتفاظ بالمياه لفترات الجفاف الطويلة التى تتعرض لها، ومن هذه الأنواع الصبارات Succulents، إلى جانب ذلك فإن العديد من هذه الصبارات لها خاصية

ميكانيكية للتمثيل الضوئى تقلل من خلالها الحاجة للمسامات الورقية وتحتفظ بأكبر قدر من ثانى أكسيد الكربون خلال أنسجتها، ومن المعروف أنه كلما قلت هذه المسامات قلت طاقة النتح .

وفى المناطق ذات الوفرة المائية السطحية، نجد بعض الأشجار مثل أشجار الصفصاف Willows لها القدرة على نتح كميات كبيرة من المياه من أجل التكيف مع الرطوبة الزائدة على العكس من الحالة السابقة، وتعرف النباتات التى تنمو فى بيئة رطبة بدرجة كبيرة بالنباتات المائية Hydrophytes،وأما النباتات التى تنمو فى ظروف جافة فتعرف بالنباتات الجفافية Xerophytes، وأما النباتات التى تنمو فى مناطق معتدلة فيطلق عليها Mesophytes كحالة وسط بين الحالتين السابقتين.

وفى الغابات النفضية Deciduous نجد أوراقها تسقط فى الخريف وذلك للحماية من البرد والتجمد، لأن الأشجار تفقد حرارتها بسبب الأوراق، وخاصة عندما تكون كبيرة الحجم. وبالتالى فإن التخلص منها يقلل من كمية الفاقد من الطاقة الحرارية للنباتات الشجرية بتلك العروض الباردة، ويوجد كذلك سبب أخر لنفض الأوراق فى البيئة النفضية يتمثل فى أن عملية التمثيل الضوئى غير كافية فى العروض العليا وخاصة فى فترات البرودة فى الخريف والشتاء .

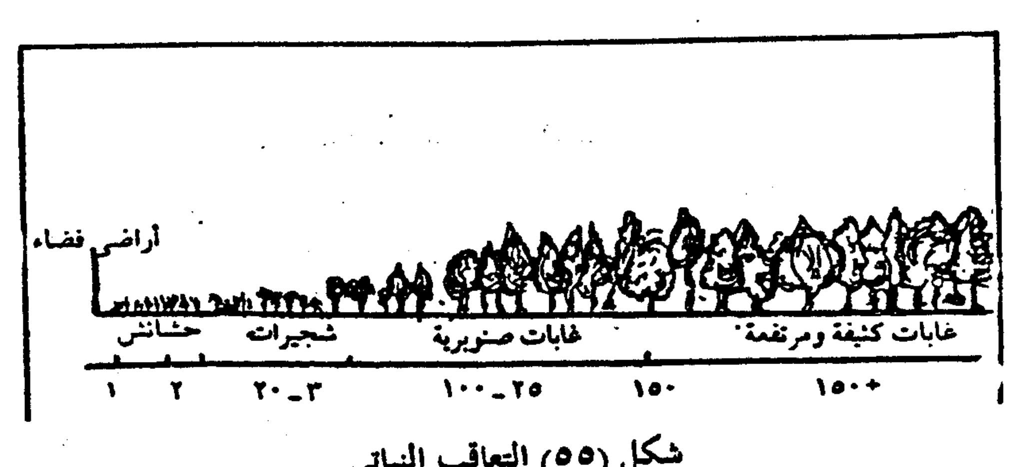
أما عن الطبوغرافيا وأثرها على النبات فإن ذلك يظهر ببساطة فى حالة السلاسل الجبلية بالعروض العليا، والتى يواجه أحد جانبيها الشمس وهذا الجانب يتيح فرصة كبيرة للنمو النباتى بالمقارنة بالجانب الآخر لها الذى يغطى عادة بالثلوج ويندر به النمو النباتى.

وفى المناطق من السفوح شديدة الانحدار تكاد تختفى التربة والتى تكون رقيقة بشكل عام فى السفوح المنحدرة ترتبط بها بالتالى نباتات قصيرة الجذور .

ب-التعاقب النباتى Succession :

إن فكرة النمو النباتى خلال تتابع أو تسلسل مرحلى – بحيث يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالعوامل المناخية – فكرة قديمة بدأت فى الثلاثينيات من هذا القرن على يد Clements. وتتخلص هذه الفكرة فى أنه فى الأراضى العارية بالعروض الوسطى يبدأ التعاقب بمجموعة نباتية رائدة من الأشنة

Lichen والطحالب Algea التى يمكنها أن تتجمع فوق سطوح عارية، ومع استمرار عمليات التجوية التى تتم ببطء فى هذه المرحلة تتفتت الصخور وتتكون المواد الغذائية ثم تظهر أعشاب المستنقعات Mosses على مفتتات التربة التى تراكمت على الأسطح الصخرية والتى ما زالت حتى هذه المرحلة المتحكم الرئيسى فى الخصائص الأولية لهذه التربة الوليدة، ومع زيادة كميات المواد النباتية المتحللة تزداد حموضة التربة، ومن ثم تحل حشائش grasses محل الأعشاب الدقيقة السابقة، ومع مرور الزمن وزيادة سمك التربة تحل الأحراش محل الحشائش وتحل الأشجار محل الأحراش شكل رقم (٥٥) .



شكل (٥٥) التعاقب النباتى

وجدير بالذكر أنه ليس هناك حدود واضحة بين النباتات فى بيئاتها الطبيعية، فالمناخ والتربة والطبوغرافيا والنباتات لا تكون متماثلة فوق مساحة كبيرة ولا تتغير فجأة فى خصائصها على طول حدود واضحة حيث إن التغير من منطقة إلى أخرى عادة ما يكون تدرجياً .

جـ-وصف النبات :

هناك مصطلحان يستخدمان استخداماً واسعاً فى الجغرافيا الحيوية يمثلان فى الأول شكل الحياة life form والثانى المجموعات Communities النباتية .

١)يشير المصطلح الأول إلى الحجم والشكل والتركيب النباتى من خلال علاقتها بالبيئة، بمعنى أخر يقصد به مجموع الظروف البيئية وأثرها على النبات الذى يوجد بها، وتوجد أشكال للحياة النباتية الأشجار والشجيرات Shrub والنباتات المتسلقة Iianas ثم الحياة العشبية Herbs وتشمل الحشائش Grasses ثم العشب مثل الأشن وأخيراً النباتات المتطفلة Epiphytes.

٢)أما بالنسبة للمجموعة النباتية : فتتمثل فى نباتات بأشكال مختلفة تنمو فى مساحة معينة، فالغابة على سبيل المثال تشتمل داخلها على أشكال نباتية مختلفة يمكن ككل أن تسمى مجموعة نباتية، حيث أنه فى المجموعة النباتية نجد أن كل جزء مختلف من النظام البيئى يمد نباتاته بالضوء والغذاء الذى يمكن أن تستفيد منه أنواع نباتية وحيوانية أخرى .

على سبيل المثال نجد أن البكتريا والفطر والطحالب تنتمى إلى الأنواع النباتية الدنيا وليس لها جذور أو أوراق أو سوق، تنمو كشرائح رقيقة فوق سطح التربة أو على الفروع وجذوع الأشجار، والعشب الطحلبى ينمو على الصخر بينما تنمو الشجيرات مع ما ينفذ إليها من ضوء يتخلل الأشجار الأكثر ارتفاعا وتمد جذورها فى الطبقات العليا للتربة لتستمد غذاءها، ومعنى ما سبق أن كل نباتى يحتل أو يشغل موضعاً محدداً بدقة داخل بنية النظام البيئى الأفقية والرأسية وتبدو النباتات وكأنها فى سباق من أجل الحياة .

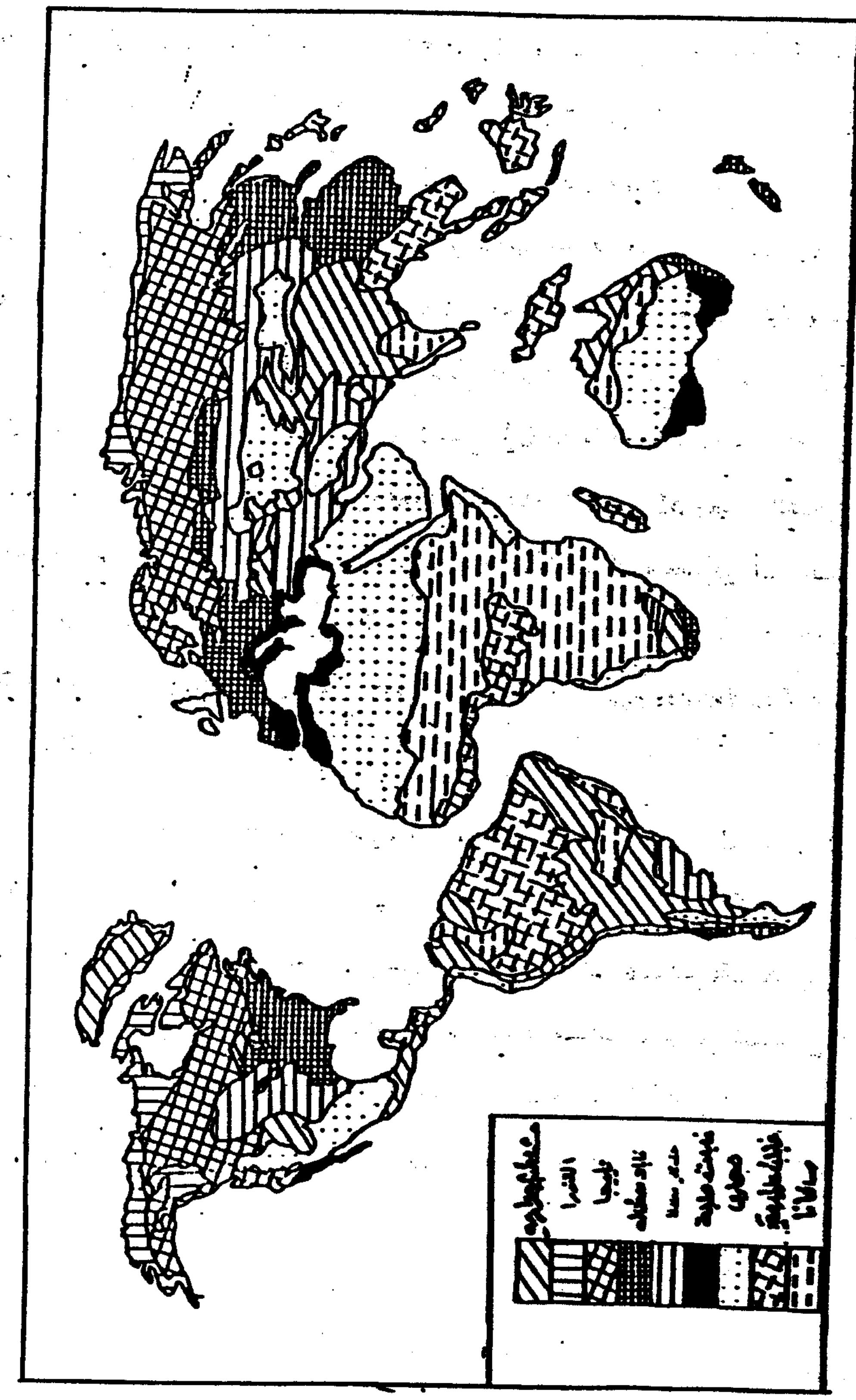
د-التوزيع الجغرافى لمناطق التربة والنبات فى العالم :

يمكن تقسيم العالم إلى ثمانى مناطق متميزة فى التربة والنبات بجانب ما يتميز به من خصائص مناخية وما يوجد بها من حياة حيوانية وذلك على غرار ما قام به ديفيد ويلكوك Wilcock, مع الأخذ فى الاعتبار عدم تطابق حدود التربة مع حدود كل من النبات الطبيعى والمناخ فى هذه المناطق وذلك بسبب عدم وجود حدود طبيعية واضحة لهذه العناصر، هذا إلى جانب التعديلات العديدة التى قام بها الإنسان وعمز من خلالها الصور التوزيعية للنبات الطبيعى والتربة .

ويمكن من الخريطة رقم (٥٦) أن بين ما يلى :

١)التندرا Thundra : تتميز هذه البيئة بشدة برودها طول العام،حيث تتراوح درجة الحرارة ما بين -٤٠م فى الشتاء و٦م فى الصيف، فهى مناطق الصقيع الدائم Permafrost، وقد تظهر تربة سطحية أثناء فصل الصيف، بينما تتجمد تماماً فى الشتاء، وهى تربة غير ناضجة، ذلك لأن الطبقة السطحية المتجمدة تمثل حاجزاً يمنع حركة تسرب المياه ورشحها نحو طبقات ما تحت التربة Subsoil، ومع فقر هذه التربة وانخفاض درجة الحرارة فإن النبات بالتالى إذا ما ظهر فإنه يظهر على شكل مبعثر وتختفى الأشجار التى يحتاج نموها إلى فصل حرارة لا يقل متوسطة عن عشرة درجات مئوية لا تتوفر فى هذه البيئة، ونظراً لانبساط السطح فإن التربة والنبات عادة ما تتعرض لرياح قطبية قاسية البرودة، أهم النباتات هنا الأشن وأعشاب المستنقعات Mosses وبعض الشجيرات القزمية التى يمكنها أن تقاوم قسوة الظروف البيئية الطبيعية، وهكذا فإن البيئة تعد من أفقر البيئات فى الأنواع النباتية، وحيواناها عادة من الأنواع أكلة العشب Herbivores مثل الرنة Rendeer وفأر الحقل Voles واللاموس lemming وبعض الحيوانات آكلة اللحوم Carnivores مثل الذئاب والثعلب القطبى.

٢)التاييجا: يتوافق التوزيع الجغرافى أو الغابات المخروطية Coniferous مع المناخ القارى دون القطبى Subarctic وتربة البدزول Podsol وهذه البيئة هى بيئة التساقط القليل فى شكل ثلوج والتبخر – نتح القليل أيضا، ومن ثم ينتج عن ذلك رشح للفائض المائى فى قطاعات التربة، ونظرا إلى أن الأشجار المخروطية من الأنواع الدائمة الخضرة فإن بإمكانها بدء عمليات التمثيل الضوئى فى موسم الصيف دون انتظار نمو شجرى جديد، وتعمل الأشجار على الاستفادة بأقصى ما يمكن من الطاقة الشمسية المحدودة فى هذه العروض العليا وتعمل جذورها القصيرة على الاستفادة من التربة عند ذوبان الجليد.



شكل (٥٦) النبات الطبيعي في العالم "توزيع مبسط"

أما التربة هنا فإنها مشتقة أساساً من العمليات الجليدية glaciation وهى فقيرة فى محتواها الغذائى، ويتميز الدوبال بحموضته الشديدة لكونه ينتج عن تحلل بطئ للأوراق الإبرية الفقيرة أصلاً فى محتواها من المواد الغذائية .

وبالنسبة للأحياء الدقيقة ومنها "دودة الأرض" فنها لا تجمد لها هنا بيئة ملائمة وبالتالى فتقليب التربة وخلطها محدود للغاية ومن ثم تبقى المواد العضوية على السطح وقتاً طويلاً قبل أن تتحلل، وأهم الحيوانات هنا الدب القطبى .

٣)الغابات المعتدلة : توجد أساساً فى غرب أوروبا وشرق الولايات المتحدة وشرق الصين وفى نيوزيلندا وفى تشيلى بأمريكا الجنوبية، وتوجد أنواع عديدة من الغابات فى هذا النظام البيئي تتمثل فى غابات غرب أوربا أوربا فى بريطانيا وأيرلندا وهى هنا غابات نفضية، والتربة بنية اللون يتسرب الماء خلالها بسرعة إلى الطبقات التحتية من التربة وخاصة خلال فصل الشتاء مع ازدياد المطر وانخفاض التبخر – نتح، ولكنها قد تجف صيفاً وعندما يتفوق التبخر – نتح على المطر، وهى غنية بالمواد الغذائية بسبب أشجارها ذات الجذور الممتدة لمسافة رأسية بعيدة عن التربة والتى يمكنها بهذه الخاصية أن تستخرج المواد الغذائية من الصخور المجواة كيماوياً، لتعيدها إلى التربة كواد عضوية أثناء سقوط الأوراق فى الخريف .

والدوبال فى التربة حمضى نسبياً، وتقوم الأحياء الدقيقة وديدان التربة بخلط مكوناتها وتقليبها سواء كانت مكونات عضوية و غير عضوية، وتحتاج هذه التربة إلى الجير (رغم خصوبتها) وذلك لمعادلة الحموضة، وتقوم هنا زراعات القمح فى مساحات واسعة. أما أنواع هذه الغابات فى أمريكا الشمالية فهى نفضية أيضاً ولكنها أكثر تنوعاً حيث يوجد لها ما بين ٤٠ و٥٠ نوعاً بالمقارنة بنحو ١٥ نوعاً فقط فى غرب أوربا، ومن أشجارها القسطل Chestnut والبلوط Oak. وإلى الشمال فى هذه الغابات توجد غابات مختلطة تشتمل على أشجار نفضية ومخروطية. وتوجد فى مناطق كثيرة من حوض البحر المتوسط الأشجار ذات الأوراق العريضة وبعض أنواع المخروطيات ولكن معظمها قد أزيل وحلت محله الزراعة منذ فترات زمنية قديمة، ومن أهم حيوانات الغابة النفضية الثعالب والدببة والأرانب البرية.

٤)الحشائش المعتدلة : تتمثل أساساً فى برارى أمريكا الشمالية واستيبس وسط أسيا وبماس أمريكا الجنوبية وفلد Veld جنوب أفريقيا. وتظهر فى برارى أمريكا الشمالية ثلاثة أنواع من التربة تمتد من الشمال إلى الجنوب وسط القارة، يعرف النطاق الشرقى منها بتربة البرارى حيث الحشائش الطبيعية (أطول من المتر) وفى الوسط تربة الشرنوزم Chernozem أو التربة السوداء حيث تقصر الحشائش، أما فى التربة الكستنائية الأكثر جفافاً فى الغرب فتبدأ الحشائش فى التكاثر والاختلاط بالأعشاب القصيرة، وفى الأنواع الثلاثة من التربة سابقة الذكر، تتساوى كميات المطر مع طاقة التبخر – نتح (نحو ٧٥٠ مللم فى السنة) وتصل نسبة حموضة التربة PH ٦ مع وجود أملاح مذابة فى الأفق (أ) من التربة مع عدم وجود تراكمات كلسية على السطح . وكثيراً ما تتعرض التربة لعملية غسيل leaching باتجاه الطبقات التحتية، وذلك بسبب زيادة طاقة التبخر بالاتجاه غرباً.

وفى تربة الفلد بجنوب إفريقيا يوجد نوع من التوازن فى النظام البيئى، ونفس الحال فى وسط آسيا حيث الظروف المناخية أجف بالمقارنة بما فى أمريكا الشمالية، ولذلك فالغطاء النباتى أقل كثافة والحشائش أقصر، وقد انعكس ذلك على نقص كمية الدوبال إلى جانب قلة محتوى التربة من المياه مما يجعلها أقل خصوبة من تربة التشرنوزم الأمريكية. وإذا ما تعرضت هذه الأنواع من التربة للجفاف لظروف عدم تساقط المطر خلال فترات متعاقبة، فإنها كثيراً ما تعرى بفعل الرياح مثلما حدث فى الثلاثينيات من هذا القرن فى ولايات أركانسس وكلورادو وتكساس.

٥)الشابارال : من الأشجار التى تستطيع أن تستمر من خلال تكيفها مع جفاف فصل الصيف الطويل ومنها أشجار الفلين دائمة الخضرة، ويبدو الغطاء النباتى متباعداً وذلك لحاجة كل شجرة لمساحة نسبياً لتتصيد منها المياه، ومعظم الأشجار هنا ذات أوراق سميكة ومنها الزيتون واشجار بلوط الفلين Cork Oak. والتربة هنا متدهورة بسبب الرعى الجائر Overgrazing .

٦)الصحراء : توجد الصحارى وشبه الصحارى Semidesert بالعروض الوسطى ودون المدارية داخل القارات، يطلق على الأولى الصحارى الباردة وأهم مناطقها أحواض كولومبيا وسنيك شمال

غرب الولايات المتحدة فى ظل جبال كسكيد، وصحراء جوبى وسط أسيا شمال جبال الهيمالايــا، وتختلف هذه الصحاري عن الصحارى المدارية الحارة (مثل الصحراء الكبرى فى إفريقيا وأتكاما فى أمريكا الجنوبية وصحراء غرب أستراليا والجزيرة العربية) بوقوعها فى مناطق هواء هابط من مناطق الضغط المرتفع دون المدارى إلى جانب دور التضاريس فى منع الأمطار من الوصول إليها كما هــو الحال فى صحراء جوبى وثار .

ويعد المناخ صحراوياً إذا ما قل المطر السنوى عن ١٢٠ مللم وشبه صحراوى ما بين ١٢٠ – ١٥٠ مللم. وإن كان هذا التصنيف يتجاهل طاقة التبخر – نتح وتوزيع المطر خلال شهور السنة.

والصحارى الحقيقية هى تلك المناطق التى يزيد فصل الجفاف بها على سبعة أشهر ونصف شهر، مع قلة المطر وعدم انتظام سقوطه، وهو عادة ما يسقط فى شكل عواصف ممطرة فجائية، والنباتات الصحراوية لها القدرة على التكيف مع ظروف الجفاف من خلال أوراقها السميكة الشمعية الــتى تختزن بها المياه مثل الصباريات أو من خلال تحور أوراقها فى شكل أشواك وغير ذلك من وســائل التكيف مع ظروف الماخ الجاف. ونظراً لقلة المياه فإن التربة الصحراوية تحتوى على الأملاح مثــل الصوديوم والبوتاسيوم وهى بالتالى تتميز بخصوبتها الكامنة، ويمكن أن تعطى إنتاجية عالية لعدد من المحاصيل، إذا توافرت لها المياه عن طريق مشاريع الرى المختلفة وأضيفت إليها المخصبات العضوية التى تفتقر إليها .

ومن المشكلات المرتبطة بالتربة الصحراوية تراكم الأملاح على السطح فى الأفق الذى تمتد فيه جذور النباتات بسبب زيادة طاقة التبخر وصعود المياه فى حركة رأسية حاملة معها المواد الملحيــة الذائبة والتى تتبقى على السطح بعد تبخر المياه وتظهر فى شكل قشور ملحية Salt Crusts بيضاء اللون كلوريد وكربونات الصوديوم، وفى الأراضى القوية الملحية تتكون على السطح قشرة سوداء من تراكم كربونات الصوديوم .

وفى مناطق أخرى تتكون الطبقات الجيرية بسبب عملية ذوبان كربونات الكالسيوم والماغنسيوم وانتقالها إلى سطح التربة أو تحت السطح مباشرة، وقد تكون هذه الطبقة الجيرية نتــاج ظــروف

مناخية سابقة أوفر مطراً مما هو موجود فى الصحارى فى الوقت الحاضر (خالد رمضان، ١٩٨٤، ص٨٦) وأهم حيوانات الصحارى الإبل والقوارض Rodents والزواحف Reptiles .

٧)الغابات المدارية الرطبة : تغطى هذه الغابات مساحات واسعة فى حوض الأمزون (٥ مليون كم٢) والأورينوكو فى أمريكا الجنوبية ومعظم حوض زائير وساحل غرب إفريقيا (ساحل غانا) ومساحات واسعة جنوب شرق أسيا.

وتعد من أكثر النظم البيئية تنوعاً حيث تشتمل على أكثر من ٢٠ ألف نوع فى غابات أمريكا الجنوبية وشرق أسيا ونحو ٧٠٠ نوع فقط من غابات إفريقيا (Harris' p244) وبالتالى يمكن اعتباره نظاماً بيئياً إيكولوجياً متعدد الخصائص Heterogenous Ecosystem حيث يوجد فى الهكتار الواحد ٤٠ نوعاً من الأشجار، بينما تبلغ فى الغابات النفضية ١٢ نوعاً فقط، وهذه الخاصية جعلت هناك صعوبة بالغة فى استغلال موارد هذه الغابات بجانب العديد من الصعوبات الأخرى.

ويرجع هذا التنوع إلى عوامل بيئية تتمثل فى الأمطار الغزيرة الدائمة الحرارة المرتفعة طول العام. وهذا بالطبع نمط مناخى ملائم تماماً لنمو مثل هذه النباتات. ويعتقد بعض علماء الجغرافيا الحيوية أنها أقدم النظم النباتية فى العالم مع الأخذ فى الاعتبار اختلاف أعمارها من منطقة إلى أخرى .

وتختلف أشجار هذه الغابات فى أطوالها حيث تنقسم إلى ٣ فئات حسب الطول، الأولى أشجار أطول من ٢٥ متراً وأشجار متوسطة طولها ما بين ١٠–٢٥ متراً والقصير منها أقل من ١٠ أمتار، والفئة الأولى أكثر استقامة ومعظمهما ذات جذور قصيرة تكثر أسفلها الأشجار المتسلقة بسبب قلة الضوء، كما تنمو العديد من النباتات المزهرة ذات الأوراق العريضة .

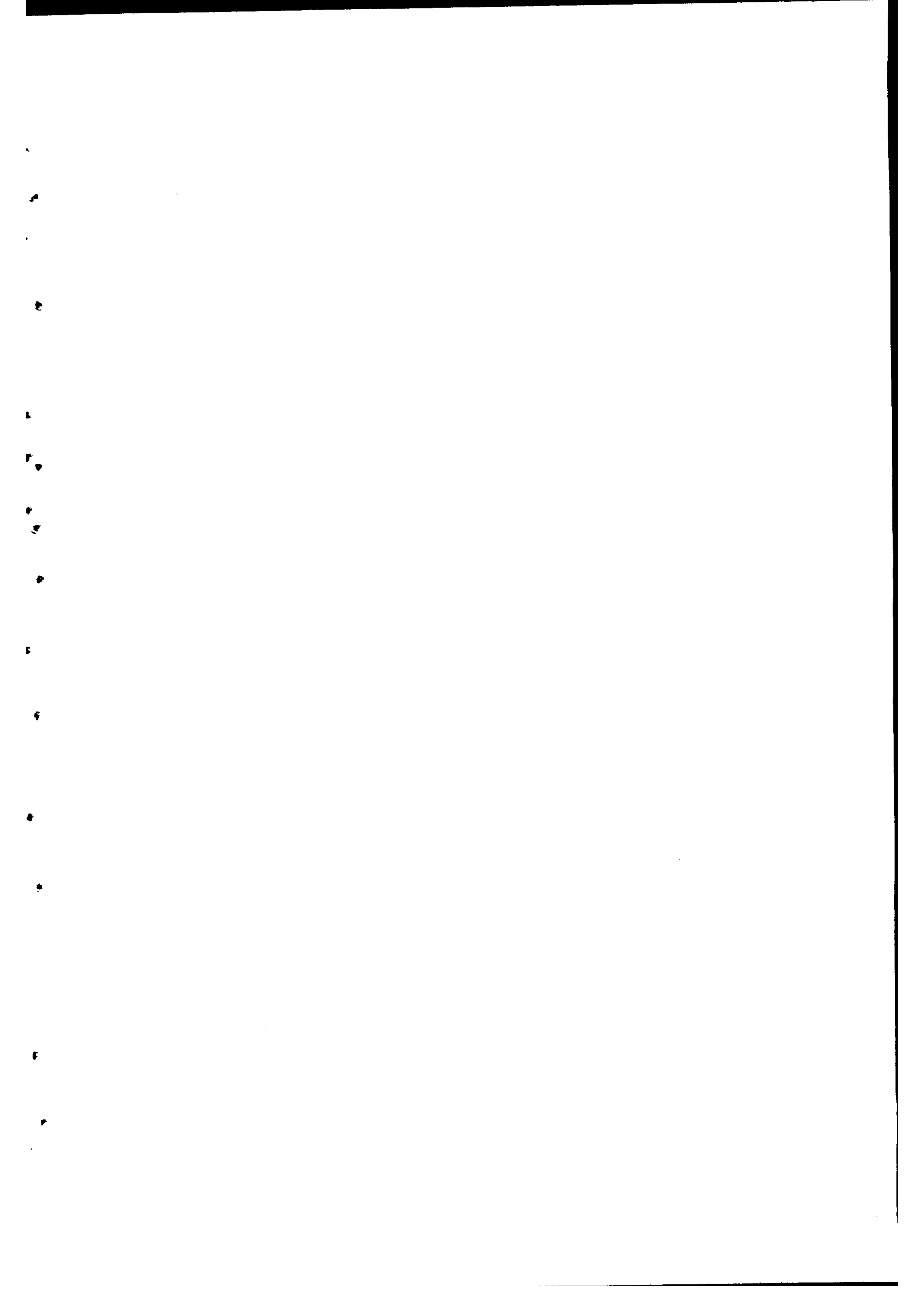
والتربة هنا من نوع المدارى الأحمر بسبب نشاط عمليات التجوية الكيماوية للتربة وهى خصبة جداً فى المراحل الأولى من زراعتها ولكنها سرعان ما تفقد خصوبتها بعد تعرضها لعمليات الغسيل مما جعلها ترتبط بنظام الزراعة المتنقلة .

يبلغ سمك هذه التربة أكثر من عشرة أمتار، وهى شديدة التماسك تشبه الطوب الأحمر عقدية التركيب ترتفع به نسبة أكاسيد الحديد وبالبعد عن خط الاستواء يظهر فصل جفاف يزداد طولاً

كلما ابتعدنا شمالاً وجنوباً، وينعكس ذلك بالتالى على النمو الشجرى ليتحول إلى أشجار متباعدة إلى أن يختفى النمط الشجرى فى المناطق التى يزيد فيها فصل الجفاف عن شهرين ونصف.

٨)حشائش السافانا المدارية : تطلق عادة على المنطقة المحصورة بين الغابات المطيرة والصحراء، وأجزاء منها تنتمى إلى نمط الإقليم الموسمى التى تظهر بوضوح أكثر فى أمريكا الجنوبية. والتربة هنا حديدية Ferruginous (لاتوسولا) متوسطة الجودة بالنسبة للزراعة، وتختلط هنا الأشجار مع الحشائش إلى أن تسود الحشائش بالابتعاد شمالاً وجنوباً من خط الاستواء وقد تصل أطوالها إلى أكثر من ٣,٥ ثلاثة أمتار ونصف من الأجار هنا الأكاشيا والباوباب Babobab وفى أستراليا تنتشر حشائش السافانا فى نطاق عرضى من الشرق إلى الغرب شمال الصحراء الأسترالية، وتظهر فى أمريكا الجنوبية فى إقليم اللانوس فى فنزويلا والكامبوس فى البرازيل.

وتعد هذه المناطق من مناطق المستقبل الزراعى، وأهم الحيوانات هنا من آكلات العشب الزراف ووحيد القرن، ومن آكلات اللحوم الأسود والنمور، وتنتشر هنا ذبابة تسى تسى Tse Tse والجراد الذى يأتى أساساً من الصحارى الحارة.



الفصل التاسع

جوانب تطبيقية فى الجغرافيا الحيوية

اولا-حرائق الغابات

ثانيا-اخطار الجراد ومواجهتها

مقدمة :

تختلف الأخطار البيولوجية Biological Hazards – النباتية منها والحيوانية – اختلافاً أساسياً عن الأخطار الجيوفيزيقية التى تعرضنا لها بالمعالجة الجغرافية التحليلية فى الفصول السابقة .

ويتمثل الاختلاف الرئيسى بين النوعين فى كون النوع الأول يمكن منعه تماماً فى حالات كثيرة، أو بمعنى أخر يمكن للإنسان منع ظاهرة طبيعية بيولوجية معينة من الوصول إلى مرحلة الخطر، وتتوقف إمكانيات المنع Preventability على الجوانب المالية والتقدم التكنولوجى المتاح، بينما نجد أن الإنسان برغم ما وصل إليه من تقدم علمى فى شتى المجالات فإنه لم يتمكن من منع الأخطار الجيوفيزيقية بأنواعها المختلفة .

فالزلازل تحدث فى أية لحظة، والهيريكين تعصف بكل ما يقابلها، والبراكين تنفجر، والفيضانات مستمرة وحرائق الغابات تنتشر فى مناطق مختلفة فى العالم، وكل ما يفعله الإنسان أمام كل هذه الأخطار القيام بمحاولات للحد من آثارها السلبية وبذل الجهود المتباينة فى عمليات التوقعات التى رأينا كيف أنها ما زالت عند مستوى معين من التكنولوجيا لم ترتق بعد إلى الحد الذى يمكن معها أن تعرف متى وأين تحدث بالضبط وخاصة فيما يتعلق بالزلازل البراكين، كذلك لا يمكن للإنسان بإمكاناته الحالية أن يمنع بالتالى حدوثها والحماية الكاملة منها .

وهكذا نجد أن الاختلاف الأساسى بين الأخطار البيولوجية والأخطار الجيوفيزيقية لا يرتبط بدرجة التأثير الكارثى بقدر الارتباط بإمكانية منع الحدث ذاته مثل منع الكثير من الأمراض التى كانت تمثل فى فترة سابقة أوبئة كاسحة، فمرض وبائى مثل الملاريا قد تم اختفاءه تماماً من الولايات المتحدة الأمريكية وإن كان الكثير من الدول مازالت تعانى من أخطاره.

كذلك استطاع الإنسان منع أخطار بعض الحشرات أو الحد التام من الآثار الضارة المترتبة عليها.

فقد تطورت كثيراً وسائل منع أخطار هذه الحشرات وزادت فعالية مكافحتها مثلما يحدث مع الجراد وغيره من الآفات الزراعية والقوارض من جرذان وجنادب Grasshoppers وغيرها.

وكان لتطور الوسائل الطبية والعلمية المختلفة وانتشار الوعي ورفع مستويات المعيشة في مناطق كثيرة من العالم الأثر الكبير في القضاء على الكثير من الأمراض الوبائية التي قاسى منها الإنسان في فترات سابقة وحصدت الملايين من الأرواح مثل وباء الكوليرا الذي تفشى بشكل خطير خلال الفترة من ١٨٨٣ و١٨٩٤، والطاعون الذي تعرضت له أوربا وغيره من أوبئة ذلك حتى نهاية القرن الثامن عشر، وكذلك أمراض وبائية أخرى مثل التيفوس والحمى الشوكية وغيرها ما زال بعضها يهدد العالم حتى الآن، وخاصة تلك الأمراض التي ظهرت حديثاً مثل الإيدز والإيبولا* ولكنها بطبيعة الحال تمثل تحدياً أمام الإنسان عليه بسبل عديدة أن يواجهها. وكل المؤشرات تدل على قدرته في المواجهة وإمكانية منعها والحماية منها، وسوف تقتصر الدراسة في هذا الفصل على حرائق الغابات والمراعي وأخطار الجراد كمثال للأخطار المرتبطة بالحشرات والآفات الزراعية.

أولاً-حرائق الغابات والمراعي :

مقدمة :

لعبت النار منذ ما قبل التاريخ وحتى الوقت الحاضر دوراً بالغ الأهمية في التغيرات البيئية، فقد استخدمت الحيوانات المتوحشة والطفيليات Parasites والحشرات الضارة والمسببة للأمراض مثل البعوض Mosquitoes. وفي فترات حدوث الصراعات استخدمت النيران كسلاح لصد الغزاة أو طردهم، بينما استخدمت في فترات السلم كوسيلة للدفء والطهي، ولعبت دورها الرئيسي في الصناعات القديمة مثل صناعة الفخار والفحم النباتي Charcoal وصهر المعادن .

وفي نظم الزراعة التي كانت سائدة في مناطق مختلفة من العالم كانت النار جزءاً مكملاً لها مثلما الحال مع حضارات المايا بأمريكا الجنوبية واللادانج Ladang بكل من أندونيسيا وماليزيا، حيث

---

* يبدو وكان الإنسان في صراع أبدي مع الفيروسات والميكروبات التي تتسبب عنها أمراض خطيرة قد تظهر بشكل فجائي في منطقة ما من العالم ما أن يلهث العلماء وراء الكشف عن مسبباتها، وما أن تظهر بوادر اكتشاف العلاج إلى أن يظهر مرض آخر غامض مثلما حدث في كينيا في أواخر عام ١٩٩٧ حيث ظهر مرض غامض خطير يتسبب عنه نزيف دموي من الفم والأنف يؤدي إلى الموت ولم تعرف أسبابه أو طبيعته حتى الآن، وقد أدى إلى وفاة ١٤٣ شخصاً وإصابة الآلاف، بجانب أنه يصيب الحيوانات وإن كان البعوض بعد مرحلة من مراحل الملاريا المرجع : وكالات الأنباء، ديسمبر ١٩٩٧.

كانت تجهز الأرض بقطع أشجار الغابة مع ترك النفايات المتخلفة لتجف أثناء فصل الجفاف بحيث يتم حرقها قبل بداية سقوط المطر. بذلك كانت تضيف سماداً جيدا للأرض التى تم فيها الحرق حديثاً* ولكن بعد زراعتها لفترة زمنية تفقد خصائصها وتنتشر بها الحشائش المتطفلة بحيث تزيد درجة التحميل على الأرض منتجة أضراراً بيئية كبيرة .

وتشهد الآن مناطق كثيرة من العالم حرائق بالغابات وأراضى الحشائش – المراعى الطبيعية – تنتج عن أسباب مختلفة وينتج عنها أضرار متفاوتة، كما سيتضح ذلك من الصفحات التالية :

أسباب حرائق الغابات والمراعى الطبيعية :

تتكرر ظاهرة الحرائق بشكل نسبى منتظم فى المراعى والأحراش والغابات. وقد يكون وراء حدوثها أسباب طبيعية لا دخل للإنسان فيها أهمها حدوث تولد حرارى مع تراكم النباتات المتساقطة الميتة فوق بعضها على الأرض بحيث تتعفن وتتصلب وتتفاعل بشكل يؤدى إلى احتراقها وامتداد النيران منها باتجاه سيقان الأشجار، ومن ثم تيجانها. يساعد على ذلك حدة الجفاف وهبوب الرياح بقوة .

وقد تتسبب الحرائق عن صواعق وشهب، فهذا قليلاً ما يحدث إلا فى مناطق معينة من العالم أو قد تحدث نتيجة لانفجارات بركانية مثلما حدث مع بركان بيللى .

والحقيقة أن الإنسان بنشاطاته المتعددة يعد السبب الأساسى فى إضرام النيران بمناطق الغابات والمراعى، وقد يكون دوره مقصوداً كما أشرنا فى المقدمة أو قد يكون بدون تعمد. فعلى سبيل المثال نجد أن كل الحرائق التى تتعرض لها الغطاءات النباتية فى جنوب فرنسا ترجع إلى أسباب بشرية تقريباً.

وتعد الإثارة** من الأسباب وراء حدوث الحرائق فيقدر أنها تسبب ما بين ١٠ و٥٠% من حرائق غابات الغرب الأمريكى، وأن أكثر من نصف حرائق غابات الصنوبر بدولة بيلز بأمريكا الوسطى تنتج عنها أيضاً، بينما تمثل فقط ١% من أسباب حرائق حشائش السافانا بأستراليا.

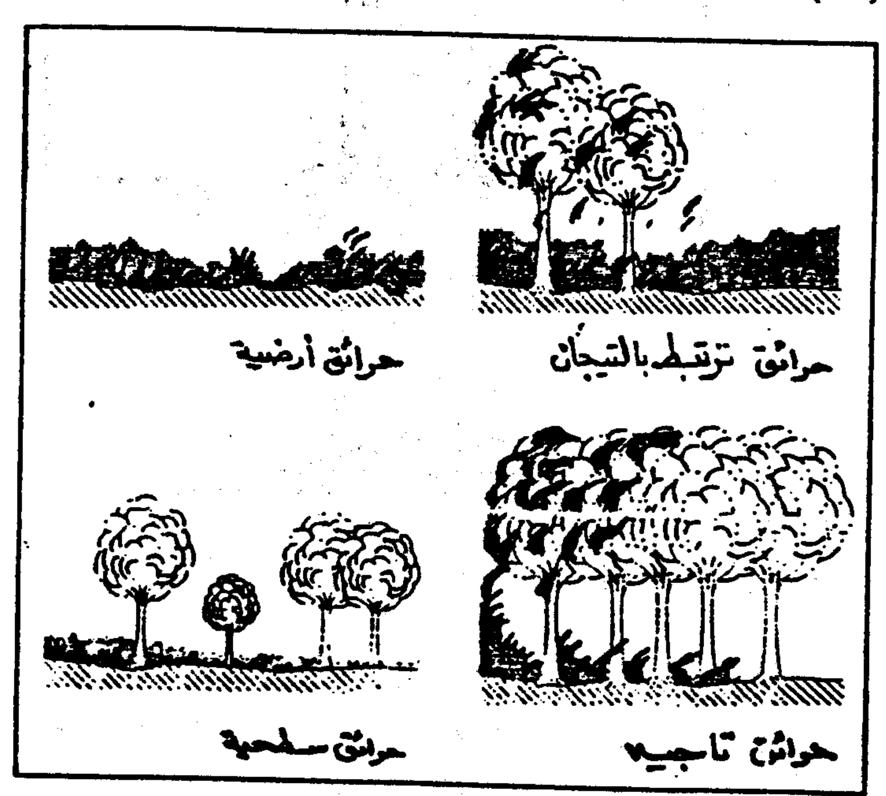
* يوجد نوع بدائى من نظم الزراعة يعرف بالزراعة المتنقلة Shifting cultivation وهو نظام موروث على هوامش الغابات الاستوائية والمدارية يتم فيه تنظيف الأرض فى نهاية الفصل الجاف، ويتم حرق المواد المقطوعة لمد التربة بالسماد (مثل الفوسفور والبوتاس) ولقتل الأعشاب الضارة ولكن بعد فترة زراعة لاحقة تنهك التربة وتفقد مقوماتها لتترك بعد ذلك للطبيعة لتتم دورة الحياة فيها من جديد. وجدير بالذكر أن الغابة المحترقة تحتاج لأكثر من ١٠٠٠ سنة حتى ترجع إلى صورتها الأولى (Knapp. B. 1989. p225) .

** يقصد بها إيقاد النار من أجل الطهى أو التدفئة أو بعث الضوء ليلاً وغير ذلك .

خصائص الحرائق وأسباب تباينها :

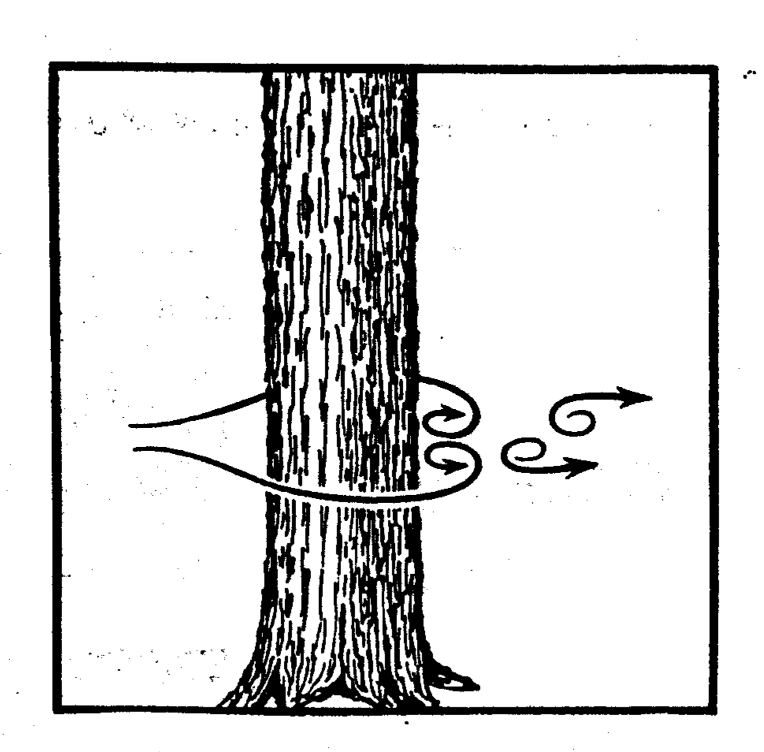
تختلف الحرائق من حيث حجمها ومدة انتشارها سريعاً نسبياً ويقتصر تأثيرها علـى النباتـات القصيرة، ويعرف هذا النوع بالحرائق السطحية وتتأثر بها عادة بقايا النباتات الساقطة مثل الأغصان والأوراق، وبرغم سرعة انتشارها لكن فى نفس الوقت يمكن التحكم فيها بشكل أسهل بالمقارنـة بأنواع الحرائق الأخرى .

وهناك نوع من الحرائق يعرف بحرائق التيجان الشجرية Crown Fire وهى من الحرائق الـتى تؤثر على كل مكونات الغابة حتى أعلى مستوى بها – مستوى التيجان ويتولد عنها حرارة شديدة الارتفاع ويحدث عادة عندما يصعد اللهب Flames من سطح الغابة نحو تيجان الأشجار، وتتحرك بسرعـة تعادل سرعة تحرك النيران الأرضية، وتظهر بوضوح فى حالة الغابـات ذات الأشـجار المتباعدة مثلما الحال فى نطاق السافانا، يساعد على تفاقمها أيضاً وجود رياح منخفضة السـرعة. شكل رقم (٥٧) .



شكل (٥٧) أنواع الحرائق البيئية

ومن أنواع الحرائق أيضاً ما تعرف بحرائق ما بين السيقان (أسفل التيجان) Running Crown Fires يساعد على وجودها هبوب رياح حارة قوية مع نباتات شديدة الجفاف، وتبدو آثارها مدمرة حيث تتولد تيارات صاعدة Convectional cur rents تنقل معها المواد المحترقة باتجاه التيجان إلى أعلى، وتتساقط بالتالى مواد محترقة من التيجان نحو سطح الغابة. وقد تتولد فى الغالب حرائق أرضية Ground fires فى المواد العضوية تحت السطح مثل الجذور والدوبال Humus بالغابة، وتتميز هذه الحرائق الأخيرة بانتشارها ببطء . وينتج عنها عادة قتل وتدمير للجذور. ويوضح الشكل التالى رقم (٥٨) امتداد حرائق الغابة على طول السطح مع تولد دوامات هوائية مضطربة.



شكل (٥٨) حرائق الغابة ممتدة على طول سطح الاحتراق فى شكل دوامات

وتعد الرياح من العوامل الطبيعية الرئيسية التى تلعب دوراً كبيراً فى هذا النوع من الكوارث الطبيعية بالغابات ومناطق الحشائش. حيث أن هناك علاقة قوية بين سرعة انتشار الحرائق واتجاهها وبين قوة واتجاه وتغير الرياح . كذلك نجد أن نوع الوقود المحترق يلعب دوره أيضاً فى سرعة انتشار

النيران Dffusion of Fire، وجدير بالذكر أن كثافة الحرائق وارتفاع درجة حرارتها ترتبط بنوع النبات المحترق، فالشابارال Chaparral وهو عبارة عن أشجار صغيرة وحشائش شجيرية وأعشاب جفافية تتراوح درجة الحرارة المتولدة عن الحرائق التى تضرم فيها ما بين ٥٤٠ و١١٠٠م تبعاً للظروف المحلية. وفى مناطق الحشائش تتراوح درجات الحرارة المتولدة عن احتراقها ما بين ٥٤٠ و٨٥٠ درجة وتصل فى غابات الصنوبر إلى ٨٠٠ درجة (Alexander, D Ibid) .

وعن الظروف الطبوغرافية، نجد أن لها دوراً هاماً فى طبيعى الحرائق ودرجة انتشارها، فالحرائق فوق مناطق التلال قد تقوى مع زيادة عمليات التصعيد والإشعاع، بينما تتأثر حرائق أراضى الحشائش المستوية بشكل أوضح بالرياح وسرعتها. كذلك هناك علاقة بين ارتفاع الحشائش والأشجار وارتفاع اللهب الناتج من الاحتراق .

الآثار الأيكولوجية للحرائق :

ينتج من حرائق الغابات وأراضى الحشائش والأعشاب آثار إيكولوجية بالغة الخطر، يمكننا هنا أن نشير إلى أهم هذه الآثار الضارة على النحو التالى :

ينج عن الغابات المحترقة وكذلك مناطق الحشائش والأعشاب إنتاج من كميات ضخمة من الرماد المكون عادة من البوتاسيوم والمغنسيوم والكالسيوم والفوسفور والذى يدخل فى مكونات التربة، ويؤثر على معدلات تحلل المواد العضوية معها. ويعمل كذلك على زيادة معامل حموضة التربة، كذلك يؤدى حرق الأشجار التى تنمو فوق سفوح التلال إلى تعرية هذه السفوح وتعرضها لأخطار الانزلاقات الأرضية واكتساح التربة كما رأينا فى أحد المواضع السابقة من هذا الكتاب.

فعلى سبيل المثال نجد أن حرائق غابات الشابارال فى ولاية أريزونا الأمريكية أدت إلى زيادة فى الجريان السطحى للمياه نحو ست مرات منذ عام ١٩٥٩ حتى أواخر الثمانينات أى خلال فترة تبلغ نحو ٣٠ سنة وتبعها بالتالى زيادة كميات الرواسب المنحوتة والمنقولة ٢٧٠ مرة . كما أدى حريق أضرم فى نحو ٢٦٥ كيلومتر مربع من غابات أستراليا – بمنطقة المرتفعات الشرقية – فى أوائل عام ١٩٧٠ إلى زيادة فى معدلات الجريان السطحى هناك أربع مرات، ونقل رواسب بزيادة

قدرها عشر مرات وزادت حمولة مياه الفيضان النهرية بعد عدة شهور من هـذا الحريـق بمقـدار ١١٥ألف طن يومياً .

ومن الآثار السلبية التى تمثل خطراً على البيئة نتيجة لحرائق الغطاءات النباتية انطلاق غـازات مختلفة باتجاه الغلاف الغازى مما يؤدى إلى زيادة نسبتها فى الجو مثل ثانى أكسيد الكربـون الـذى زادت نسبته فى الغلاف الغازى خلال القرن الحالى بنسبة ١٥% وازدادت نسبته من ٢٩٠جزء فى المليون إلى ٣١٥جزء، ويتوقع أن تزيد إلى ٦٠٠ جزء فى المليون فى عام ٢٠٠٥ وذلك مع تفـاقم حدة المسببات ومنها حرائق الغابات أو قطع أشجارها والمغالاة فى استخدام الوقود الحفرى.

ومن المعروف أن زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون عن الوضع العادى يؤدى إلى إخلال واضح فى ميزانية الحرارة من خلال استمرار زيادة معدلات درجات الحرارة وما يترتب عليها مـن آثـار سلبية على البيئة. وإن حرائق الغابات غرب الولايات المتحدة الأمريكية ينتج عنها سنوياً انطـلاق ٣٥ مليون طن من الجزيئات فى الغلاف الغازى منها ١٥% أقل من ٥ ميكرون .

ومن الآثار السلبية كذلك حدوث نقص شديد فى موارد الغذاء بالنسبة لحيوانـات المرعـى، وكذلك تناقص المنتج من الأخشاب. ففى كندا قدرت كمية الأخشاب التى احترقت خلال الفترة من ١٩٦٨ إلى ١٩٧٧ بنحو ٢٥% من الإنتاج الخشبى السنوى .

وهناك أمثلة عديدة مماثلة فى البرازيل أستراليا والولايات المتحدة وأندونيسيا وغيرها.

مواجهة الإنسان لكوارث الغابات والحشائش :

يصعب كثيراً منع حدوث الحرائق بالغابات وخاصة مع النشاطات المتزايدة واتساع مسـاحات الغابات والمتطلبات المتباينة للإنسان، ولكن مع ذلك يمكن الحد منها وتقليل أخطارها من خلال سن القوانين التى تمنع الحرائق المتعمدة وكذلك من خلال تكثيف محطات الإنذار خاصة أثنـاء فتـرات الجفاف، وغير ذلك من وسائل تختلف حسب إمكانيات كل دولة .

وعندما تتعرض أى منطقة للحرائق فى الغابات أو غيرها من غطاءات نباتية فهنا تتمثل وسـائل المواجه فى منع ثلاثة عناصر مواتية للحريق متمثلة فى الحرارة والأوكسجين والوقود ومعنى ذلك أن

الوسيلة الفعالة تتمثل فى ضخ المياه على الوقود لإطفاء اللهب الحرارى*. وهنا قد تلعب الظروف الطبيعية دورها فى إخماد الحرائق وذلك عندما تسقط الأمطار وتهدأ الرياح.

وفى حالة الحرائق البسيطة المحدودة المساحة يمكن محاصرتها من مقدمة النيران، ولكن الحرائق الكبيرة يتم المحاصرة من الجانبين مع عمل مصدات للنيران لأيقاف تقدمها وانتشارها**.

وفى أحيان كثيرة تتم المقاومة من خلال رش المياه والمواد الكيميائية على مناطق الحرائق، وذلك بعد تحديدها فى مرحلة سابقة بواسطة التصوير الجوى.

أمثلة لمناطق تتعرض للحرائق الرئيسية التى شهدتها :

—حرائق جنوب فرنسا :

تشهد غابات جنوب فرنسا كل عام ما بين ٢٠٠ و ٣٠٠ حريق تتأثر بها مساحات من الغابات تتروح ما بين ٢٥ و ٣٥ ألف هكتار معظمها تحدث خلال الفترة من يونيو إلى أغسطس وهى شهور الحر والجفاف. ويلاحظ أن أكبر الحرائق فى الحجم تتكرر مرة كل ست سنوات. ومن مناطق هذه الغابات مقاطعة شابارال ومناطق الغابات فى ظهير ساحل اللازورد Cote d' Azur .

—حرائق مناطق الحشائش بأستراليا :

شهدت المنطقة إلى الجنوب الشرقى من أستراليا أخطر الحرائق فى العالم ساعد على تفاقم حدتها ظروف مناخية مواتية ونباتات جافة سريعة الاشتعال فقد تعرضت لصيف طويل حار مع هبوب رياح شمالية داخلية جافة مع مطر شتوى محدود لم يفعل شيئاً يذكر فى إخماد النيران.

—حرائق الغابات فى جزيرة جاوة — أكتوبر ١٩٩٧ :

تعرضت جزيرة جاوة الأندونيسية لحرائق ضخمة أضرمت فى غاباتها وتباينت الآراء فى تحديد الأسباب وراء حدوثه : البعض يرى أن الزراع هم السبب، والبعض يتهم الشركات الزراعية. وقد

---

*جدير بالذكر أن مقاومة الحرائق تترك وراءها عادة تراكمات من المواد الكيماوية تساعد على نمو نباتات لا تتحمل النيران، وتبدو بشكل كثيف مما يساعد على انتشار وتكاثر البعوض.

**أن حريقاً ضخماً فى غابة ما يحتاج لإطفائه إلى نحو ٢٠٠٠ شخص، وهم بدورهم فى حاجة إلى نوع أخر من الحماية وخاصة عندما تغير الرياح اتجاهاتها.

استمرت الحرائق مشتعلة فى نحو نصف مليون فدان من الغابات لعدة أسابيع تاركة وراءها أراضى جافة وأشجارها يابسة محترقة وحيوانات نافقة وآبار جافة حيث تأخر سقوط المطر. والذى كان محتملاً سقوطه فى شهر أكتوبر أثناء اشتعال الغابات* .

-شبت حرائق فى مائتى موقع بغابات الساحل الشرقى الاسترالى أدت إلى احتراق ٧٠,٠٠٠ هكتار، وذلك فى شهر أكتوبر عام ١٩٩٧، وقد شارك فى عمليات الإطفاء أكثر من ١٠٠٠ من رجال الطوارئ، واستخدمت الطائرات لإخمادها. وقد أدت إلى جانب حرق الأشجار إلى ارتفاع درجة حرارة الجو فى كل من مقاطعتى فكتوريا ونيوساوث ويلز، بلغت فى الأولى ٤٠ درجة مئوية، والثانية ٢٦ درجة .

وجدير بالذكر هنا قول بأن الكوارث الخاصة بالحرائق لا تقتصر فقط على الغابات أو أراضى المراعى، ولكنها قد تحل بالمحاصيل الزراعية مثل القمح وخاصة أثناء الحصاد خلال فصل الجفاف وهى من أسرع المحاصيل قابلية لانتشار النيران أثناء احتراقه. كما أن هناك حرائق متعمدة لأغراض وسلوكيات خاطئة مثلما يحدث على سبيل المثال فى أشجار النخيل التى تغطى مساحات واسعة وخاصة قرب المدن، وكثيراً ما نرى أصحابها يقومون بحرقها عمداً بهدف الاستفادة من الأرض فى البناء أو الاتجار فيها بأسعار مرتفعة، وهناك أمثلة على ذلك فى واحات الأحساء التى تشهد نموا عمرانياً مطرداً، وكذلك فى مدينة سكاكا بمنطقة الجوف بالمملكة العربية السعودية وغيرها من مناطق.

ثانياً-أخطار الجراد ومواجهتها :

يعد الجراد من أشد أنواع الحشرات فتكاً بالمحاصيل الزراعية التى يهاجمها فى حقولها، ولا توجد حشرة أخرى تماثلها فى درجة الخسائر الاقتصادية والبيئية التى تتسبب عنها مما جعلها ترتبط بأخطار

* تعرضت غابات بورنيو الأندونيسية كذلك فى مارس من عام ١٩٩٨ لحرائق التهمت منها نحو ٢٠ ألف هكتار وكانت من الشدة بحيث لم تتمكن الأمطار الغزيرة الاستوائية من إطفائها وحتى من تنقية الجو من الدخان الأسود الناجم عنها.

تصل إلى حد الكارثة، وذلك فى المناطق التى تتعرض لها فهى فى حقيقة الأمر تسبب فى إحداث مجاعات من خلال قضاء أسرابه على الأخضر واليابس.

وتكمن خطورته أساساً إلى ان أية دولة تتعرض لأسرابه يمكنها أن تقضى عليه بوسائل المكافحة، وذلك داخل حدودها بينما لا يمكنها ملاحقته خارج الحدود .

وبرغم المجهودات التى تبذلها منظمة الأغذية والزراعة العالمية (FAO) بالتعاون مع الدول التى تتعرض لأخطاره إلا أنه لم يتم القضاء عليه بطريقة فعالة، ومن ثم فإنه ما زال يمثل أحد الكوارث الطبيعية (دسوقى، ١٤١٥هـ، ص٤٧) خاصة مع ما يتميز به من خصائص تؤكد ما ذكرنا من كونه آفة خطيرة غير عادية أهمها قدرته على الطيران لمسافات بعيدة فى أسراب ضخمة مع سرعة انتقاله وتحركه م مكان إلى آخر إلى جانب شراهته فى الأكل وقدرته على التفريق بين النباتات السامة والنباتات الصالحة للأكل، فهو مثلا يمتنع عن أكل نبات العشار غير الصالح لغذاء حيوانات المرعى . ويتميز كذلك بسرعة تكاثره فى ظروف طبيعية متباينة حيث لا يعترف بالحدود .

بالنسبة لأنواع الجراد فهو كحشرة يتبع العائلة الجرادية Acrididae التابعة لرتبة الحشرات مستقيمة الجناح، وأهم أنواعه الجراد الرحال أو الصحراوى* والجراد المستوطن أو الروسى والجراد المهاجر الأفريقى والمهاجر الأسيوى والمراكشى والأحمر والجراد المصرى .

ويعد الجراد الصحراوى من أخطر أنواع الجراد، وتضع أنثاه نحو ٣٠٠ بيضه** (راجع للاستزادة فى دورة حياة الجراد، الدسوقى ١٤١٥هـ) .

تبين الصورة التوضيحية رقم (٥٩) شراهة الجراد فى التهام النباتات .

*اخطر أنواع الجراد وله ثلاثة أجيال فى السنة تبلغ مدة الجيل نحو ثلاثة شهور ونصف فى الصيف والخريف .

**شكل البيضة مستطيل ولونها بنى وتفقس بعد فترة تتراوح ما بين أسبوعين وستة أسابيع من وضع الأنثى لها. وتعيش الحشرة مدة تتراوح ما بين ١٢ و٧٠ يوماً .



شكل (٥٩) مدى شراهة الجراد فى التهام ورق الأشجار

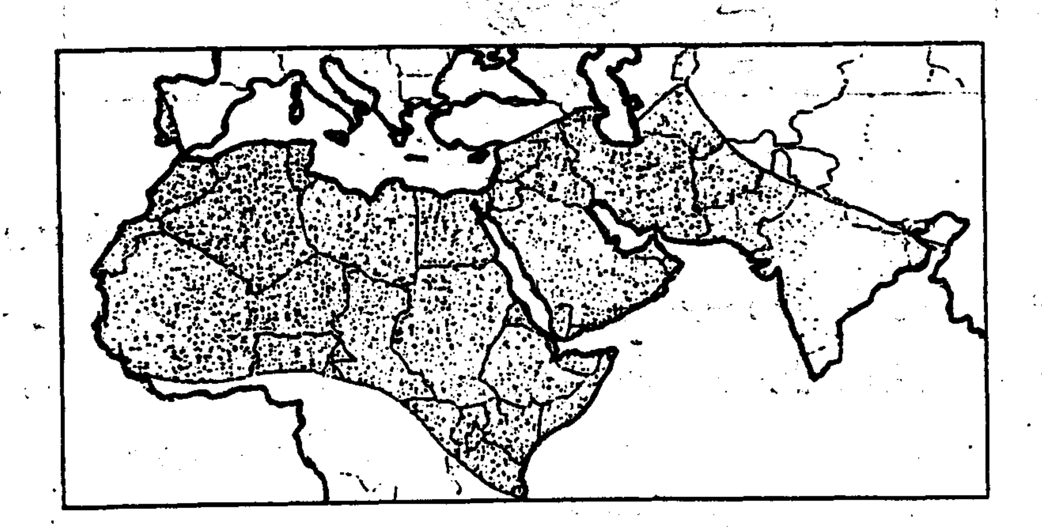
تكون أسراب الجراد الصحراوى Swarming of Desert Locust :

عندما تبلغ الحوريات الطور الكامل وعندما تتهيأ الظروف التى تسمح بترحال الجراد الكامل من المظهر الانفرادى إلى المظهر الرحال يبدأ التجمع فى أعداد كبيرة تأخذ اتجاهاً معيناً فى الطيران بعيداً عن موطن التكاثر والتوالد إلى مناطق بعيدة، وقد يصل عدد أفراد السرب الواحد فيها إلى أكثر من ألف مليون حشرة تغطى فى المتوسط سحابة من الجراد تبلغ مساحتها ٢٠ كيلومتراً مربعاً وقد تصل مسافة طيران السرب إلى أكثر من ٢٢٠٠كيلومتر بدون توقف، وكثيرا ما تتحكم العوامل الجوية مثل الرياح والأمطار وضوء الشمس ودرجة الحرارة والضغط الجوى فى سرعة طيران السرب وفى اتجاه تحركه. إلى جانب أن هذه العوامل الطبيعية المذكورة تؤثر فى حركة الجراد نفسه من مواطنه إلى مناطق أخرى . وتعد الأسباب التى تدفع الجراد للهجرة الجماعية من المناطق الأقل ملاءمة إلى المناطق الأكثر ملاءمة، كذلك لوحظ أن هناك علاقة بين الهجرة وتمام استكمال

نمو الأعضاء التناسلية الداخلية للجراد وأن الهرمونات الجنسية فى دم الحشرة هى الأساس فى حدوث الهجرة من عدمها، فإن كانت عالية فإن الحشرة لن تجد لديها الميل للهجرة والعكس مع قلة تركيزها فى الدم .

مناطق توالد وتكاثر الجراد :

توضح الخريطة بالشكل رقم (٦٠) مدى اتساع رقعة انتشار الجراد الصحراوى مما يهيئ له البيئات الصالحة لانتشاره وتكاثره، والواقع أن ارتباط توالد الجراد بسقوط الأمطار واختلاف مواعيد سقوطها فى تلك البيئات المتباينة فى ظروفها المناخية قد ساعد على تحديد المناطق التى يتوالد فيها الجراد الصحراوى على مدار السنة على النحو الآتى (دبور وحماد، ١٩٩٥) .



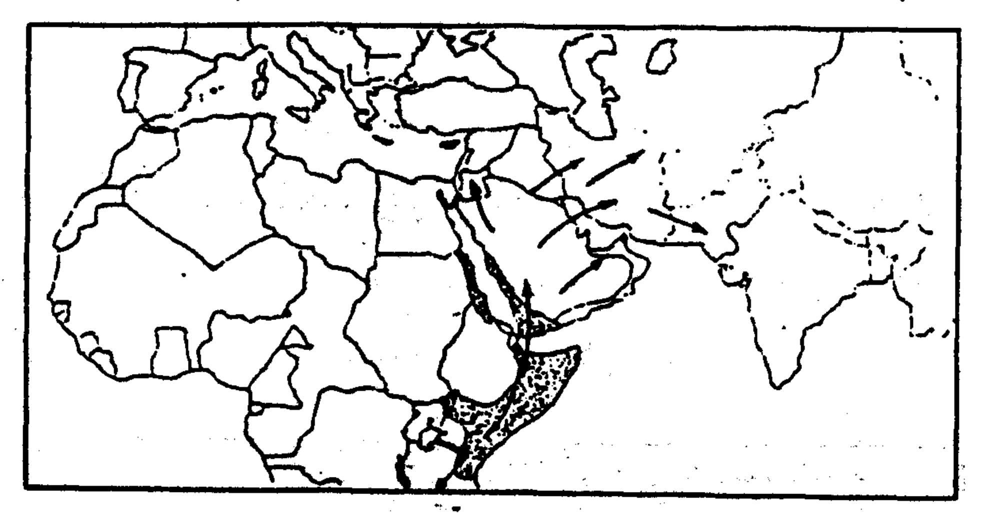
شكل (٦٠) مناطق انتشار الجراد الصحراوى

مناطق التكاثر الصيفى :

يحدث التكاثر فى مناطق الأمطار الصيفية غرب الهند وباكستان واليمن وأثيوبيا وتشاد والسودان ومعظم دول الساحل الأفريقى حتى السنغال. ويبدأ ظهور الأسراب فى سبتمبر متجهة فى معظمها نحو دول شمال أفريقيا وشبه الجزيرة العربية وإيران والبعض يهاجر نحو الجنوب.

مناطق التكاثر الشتوى :

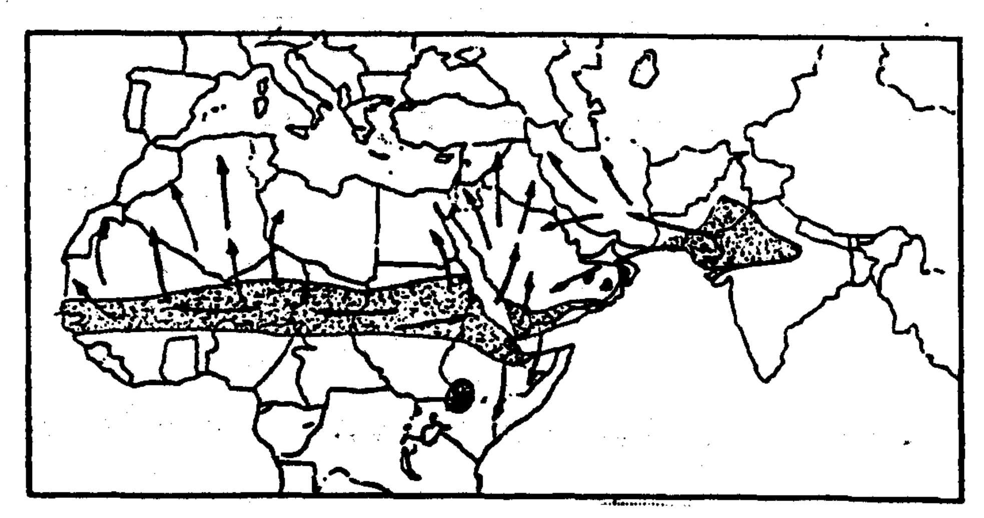
تظهر فى مناطــق الأمطار الشتويــة على سواحل البحر الأحمر ومصر والســعودية وعمــان ، شكل رقم (٦١).



شكل (٦١) مناطق التكاثر الشتوى للجراد

مناطق التكاثر الربيعى :

تشمل أقاليم كثيرة فى شمال أفريقيا وشمال شرق الجزيرة العربية وبعض مناطق شــرق أفريقيــا وإيران وغرب باكستان والهند. وتبدأ أسراب الجراد فى الظهور من أبريل إلى يوليو مهاجرة باتجــاه مناطق التكاثر الصيفى ، شكل رقم (٦٢) .



شكل (٦٢) مناطق التكاثر الصيفى للجراد

ويوضح الجدول التالى رقم (٢) خسائر مادية تعرضت لها بعض الدول بسبب حشرة الجـــراد وفقا لتقديرات منظمة (الفاو) وذلك خلال سنوات مختلفة .. يلاحظ منه أن عدداً كبيراً من الدول العربية تقاسى من هذه الآفة الزراعية بشكل كبير للغاية مثل السودان ومصر والسعودية والـــيمن والصومال وتونس وموريتانيا وغيرها .

جدول رقم (٢) الخسائر المادية لأسراب الجراد تبعاً لتقديرات منظمة "الفاو" (نقلاً عن دسوقى)

السنة	الدولة	مقدار الفاقد من المحصولات الزراعية أو قيمتها بالاسترليني
١٩٤٤	ليبيا	١٩% من جملة مساحتها الزراعية قدرت بنحو ٥٥ألف طن من الحبوب
	السودان	٦٠٠,٠٠٠ جنية استرليني
	الهند	٣٩,٠٠٠ جنية استرليني
١٩٥٠	باكستان	٢,٠٠٠,٠٠٠ جنية استرليني
١٩٥٢	الصومال	٣,٨٥٠,٠٠٠ جنية استرليني
١٩٥٣	الصومال	٦٠٠,٠٠٠ جنية استرليني
	السودان	٦٠٠,٠٠٠ جنية استرليني
١٩٥٤	المغرب	٥٥,٠٠٠ طن من الحبوب
١٩٥٥	السنغال	٤,٧٨٠,٠٠٠ طن من الحبوب
١٩٥٨	أثيوبيا	١٦٧,٠٠٠ طن من الذرة الرفيعة +٢٠٠ طن من محاصيل أخرى و ٦٠٠٠ طن برتقال
١٩٨٨-87	الجزائر	٥٠٠,٠٠٠ هكتار من المحاصيل المختلفة
	المغرب	٥٠٠,٠٠٠ هكتار من المحاصيل المختلفة
	تونس	٢٥٠ ألف هكتار من المحاصيل المختلفة
١٩٨٨	موريتانيا	٤٠٠,٠٠٠ هكتار من المحاصيل المختلفة
	السعودية	لم تقدر الخسائر رغم ظهور تجمعات ضخمة من الجراد فى منطقى السهباء والهيائم
١٩٩٢	السودان	٩٠,٠٠٠ هكتار من المحاصيل المختلفة
	أثيوبيا	٥٤,٠٠٠ هكتار من المحاصيل المختلفة
	الصومال	٣٢,٠٠٠ هكتار من المحاصيل المختلفة
	مصر	إصابة مساحة تقدر بـ٤٠ كم٢
	السعودية	ظهور ٢٦ سرباً من الجراد فى منطقى تهامة والحفر

أمثلة لكوارث نجمت عن الجراد :

فى عمليات حصر تقريبى للخسائر الناجمة عن الجراد بأنواعه المختلفة خلال الفترة من عام ١٩٢٥ حتى عام ١٩٣٤ على المستوى العالمى اتضح أن قيمة الأضرار التى لحقت بالمحاصيل الزراعية بلغت نحو مائة مليون دولار سنوياً .

وتتمثل أهم أحدا الكوارث الناجمة عن الجراد التى شهدها دول مختلفة من العالم فيما يلى:

تعرضت الأراضى المصرية خلال فترات من عامى ١٩١٤ و١٩١٥ لغزوات من أسراب الجراد أتت على مساحات شاسعة خضراء، ووصل بها الأمر إلى أكل لحاء الشجر بما فيه النخيل، وإن لم تتوافر أية تقديرات مادية خاصة بالخسائر التى تعرضت لها البلاد خلال تلك الفترة القديمة نسبياً.

تعرضت السودان فى عام ١٩٨٦ لغزو أسراب من الجراد الذى استمر تكاثره طول العام وتسبب فى إتلاف مساحات مزروعة بالمحاصيل بلغت أكثر من ٤٦٠٠ كيلومتر مربع، وفى نفس العام المذكور ظهرت على الحدود بين مصر والسودان تجمعات من حوريات الجراد بلغ عددها نحو ألف بقعة موزعة على حوالى ما بين ٥٠ و٧٠ كيلومتر مربع وأتلفت مساحات واسعة من الأراضى الزراعية .

تعرضت السودان فى عام ١٩٩٢ لأسراب من الجراد قضت على المحاصيل الزراعية فى مساحة تبلغ ٩٠,٠٠٠ هكتار، وفى نفس العام تعرضت مساحة من مصر تبلغ ٤٠ كيلومترا مربعاً للتلف بسبب غزو الجراد لأراضيها قادماً من السودان .

كما ظهر فى نفس العام ٢٦ سرباً من الجراد فى الأراضى السعودية فى منطقتى تهامة والحفر.

مكافحة الجراد :

توجد ثلاثة طرق لمكافحة الجراد سواء فى طور الحورية أو الحشرة الكاملة تتمثل هذه الطرق فيما يلى :

أ-المكافحة الكيميائية :

يتم خلالها نثر المواد الكيميائية السامة فى أماكن تواجد وسير الحوريات ومنها مادة الجامكسين (مشابه جاما ساوس كلور البنزين) التى تضاف إلى مواد حاملة مثل نخالة الذرة أو قشرة بذرة القطن، وذلك بنسبة ٢,٥ كجم لكل ٥٠ كجم ويتم توزيعها فى الصباح الباكر أو قبل الغروب فى مناطق الإصابة (الدبور وحماد) .

وتعد الطائرات من أفضل الوسائل المستخدمة لرش المبيدات قبل وصول الأسراب إلى الأراضى المزروعة وأفضل وضع لاستخدامها فى حالة وجود الجراد فى المناطق الصحراوية الواسعة التى تنتشر بها الأعشاب والنباتات التى تلجأ إليها الحشرة. وأكثر المبيدات استخداماً فى طريقة الرش الدلدرين الزيتى حيث يستمر مفعوله فترة تتراوح ما بين أربعة وستة أسابيع .

وقد استخدمت طريقة الرش بالطائرات فى السعودية عام ١٩٨٥ وأدت إلى القضاء على أسراب الجراد واستخدمت مبيد الدسيس Decis فى ذلك .

وتستخدم وسائل الرش والتعفير فى صحارى مصر خاصة قرب الحدود مع السودان.

ب-المكافحة بواسطة عزق الأرض :

وهى التى تضع فيها إناث الجراد بيضها، مما يؤدى إلى تلف البيض وتعرضه للشمس والحشرات الأخرى التى تتغذى عليه .

ج-المكافحة البيولوجية :

توجد العديد من الطفيليات والمفترسات التى تعد من أعداء الجراد* بدور كبير فى القضاء عليها فى أطوارها المختلفة .

* لما كانت المبيدات الحشرية نفسها نمط من الكوارث تؤدى إلى تسمم النباتات والبقاء فى التربة عقوداً وتتسرب عبر السلاسل الغذائية إلى ألبان الأمهات والنسيج البشرى مما يسبب أمراض السرطان والكبد والأجهزة العصبية والتنفسية والفشل الكلوى فإن العالم بدأ يتجه نحو التقنية البيولوجية .

ومن هذه الأحياء دبابير السيليو التى تضع بيضها فى الكتلة الرغوية المحتوية على بيض الجـراد، وينتهى الأمر بقتل البيض. وكذلك ذبابة ستومورهينا لوناتا التى تلازم أسراب الجراد أثناء وضـع البيض لتضع بيضها هى الأخرى أعلى كتلة بيض الجراد وتؤدى إلى إتلافه، وهنـاك أنـواع مـن الخنافس التى تتغذى على بيض الجراد وكذلك أنواع من النمل والزنابير التى يمكنها مهاجمة الجراد الصحراوى وشل حركته .

وتقوم بعض أنواع من الطيور بمهاجمة الجراد وافتراسه مثل الحدأة والغراب وغيرهما كنوع مـن التوازن البيئى فى تلك المناطق .

وقد تم التوصل فى بريطانيا فى فترة قريبة إلى فطر يقضى على الجراد الصحراوى* دون إحداث أى ضرر بيئى بحيث يمكن استخدامه بطريقة الرش كمبيد غير كيميائى، ويقوم هذا النـوع مـن الفطريات باختراق جسم الجرادة والتهامها فى غضون خمسة أو عشرة أيام، وهذا النـوع يلائـم المناطق الجافة التى تتعرض لأخطار الجراد مثل شبه الجزيرة العربية وصحارى مصـر والسـودان وموريتانيا وغيرها .

وجدير بالذكر أن مواجهة الإنسان لأخطار الجراد وما يرتبط بها من كوارث تصيب الأراضـى الزراعية وما ينمو بها من محاصيل تتطلب التضافر والتعاون بين الدول القريبة من بعضها ووضـع مراكز مراقبـة لتتبـع حركة واتجاهـات أسراب الجراد. مثلما يحدث عند مناطق الحدر: بـين مصر والسودان.

---

*يمثل الجراد أكبر المخاطر الحشرية وتوجد مخاطر أخرى مثل النمل الأبيض (الأرضة) فضلاً عن المخاطر الحيوانيـة مثـل الأرانب (أستراليا) وفئران المزارع، وكلها تسبب خسائر اقتصادية جسيمة ولاسيما حالات التزايد الديموغرافى المفاجئ نسبة لارتفاع الخصوبة أو معدل الوفيات لعامل أو أكثر .

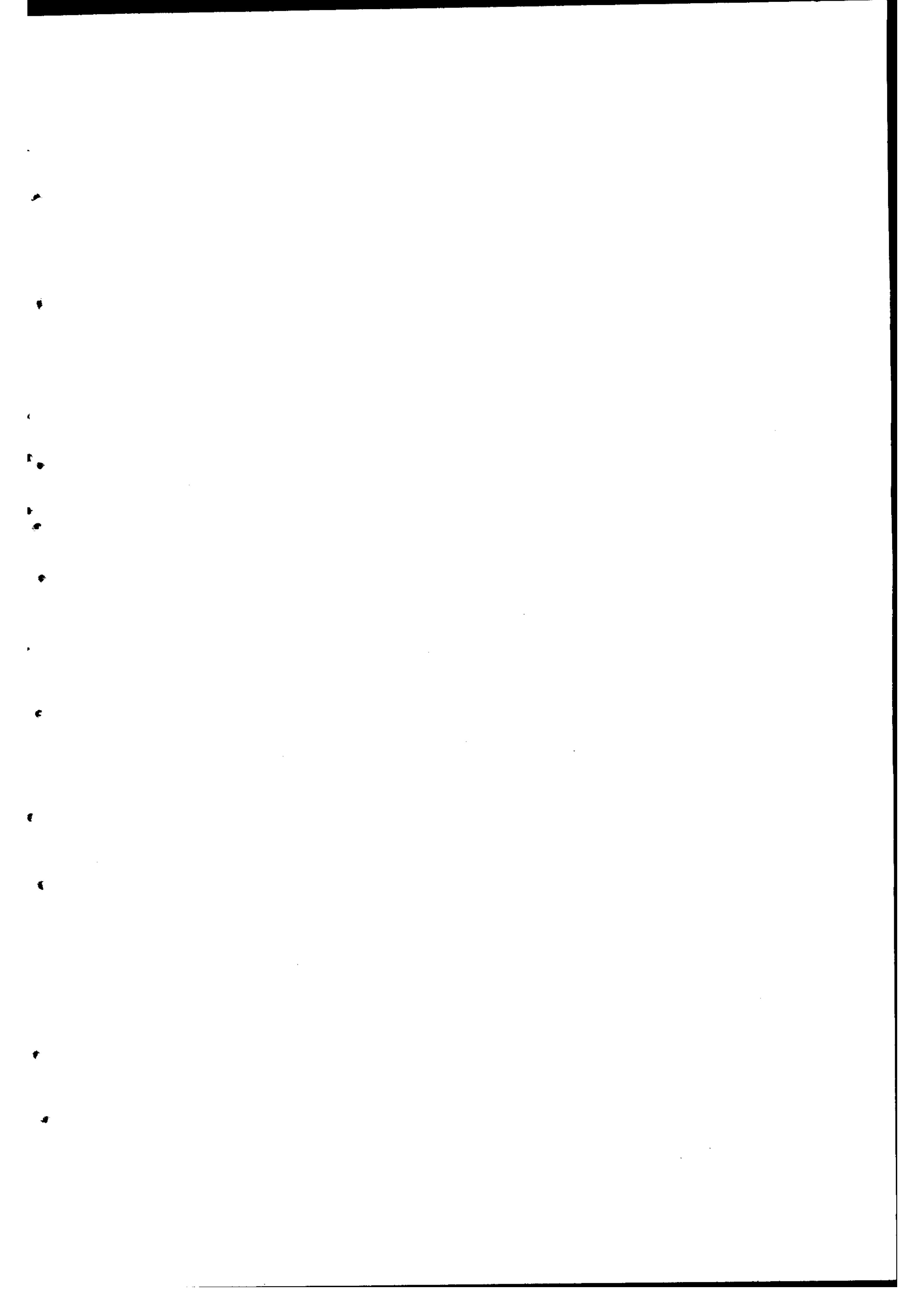
مصطلحات وقياسات ومعادلات

خاصة بجغرافية المناخ والتربة والنبات

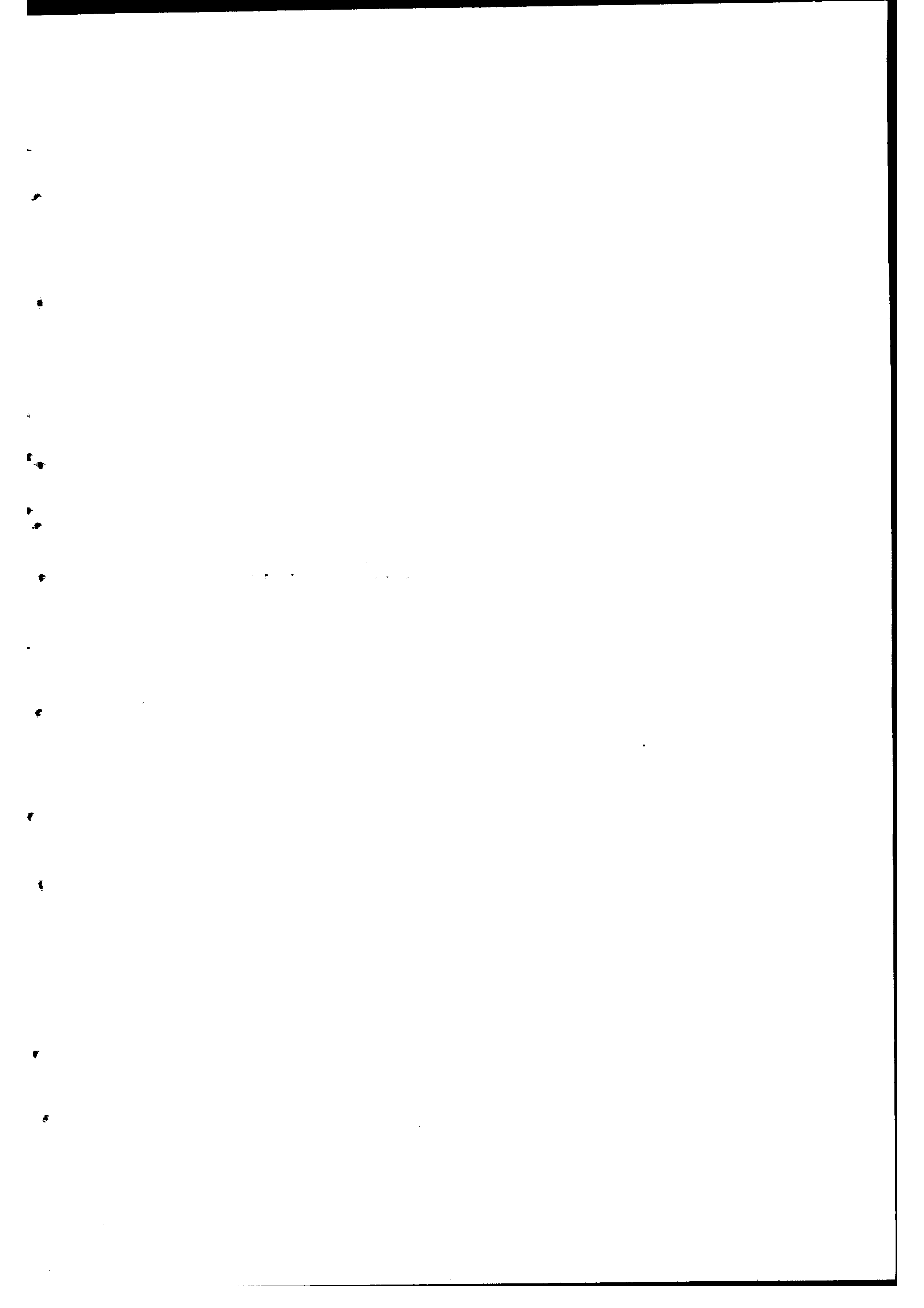
اولا-مصطلحات خاصة بالمناخ

ثانيا-مصطلحات خاصة بالتربة والنبات

ثالثا-قياسات ومعادلات



أولاً-المصطلحات الخاصة بالمناخ



-A-

Absolute humidity

الرطوبة المطلقة

عبارة عن وزن بخار الماء الموجود فى المتر المكعب من الهواء بالجرامات

Absolute temperature

درجة الحرارة المطلقة

درجة حرارة تقاس بمقياس كلفن يساوى الصفر المطلق منها -٢٧٣ْ ويقصد بها أدفأ درجة حرارة فى التدرج الحرارى

Absorption of radiation

امتصاص الإشعاع

تحول الطاقة الإشعاعية الكهرومغناطيسية إلى طاقة حرارية خلال المجال الغازى أو السائل الذى يمر خلاله الإشعاع

Adiabatic heating

التسخين الأدياباتى

ينتج عن هبوط الهواء واحتكاكه بالمنحدرات الجبلية

Adiabatic lapse rate

التغير فى درجة الحرارة خلال المجال الغازى بسبب الانكماش والتمدد وذلك بدون أى كسب أو فقد حرارى

Advection fog

الضباب المتنقل

يتكون نتيجة لتكاثف بخار الماء فى الطبقة السفلى لكتلة هوائية دافئة ورطبة متحركة فوق أسطح باردة

Autumnal equinox

الاعتدال الخريفى

يحدث فى ٢٢ أو ٢٣ سبتمبر

-B-

Bar — البار

وحدة ديناميكية لقوة الضغط الواقعة على مساحة سنتيمتر مربع من سطح الأرض وينقسم إلى ١٠٠٠ مللبيار والأخير يمثل الوحدة الأكثر استخداماً فى قياس الضغط الجوى (البوصة الزئبقية = ٣٣,٩ مللبيار)

Boreal forest climate — مناخ بارد

بالمنطقة دون القطبية فى نصف الكرة الشمالى وتتميز بالمناخ بالغ البرودة مع تبخر–نتح محتمل يساوى صفراً

-C-

Celsius — سلزيوس

درجة الحرارة المئوية (السيلزية) نسبة إلى العالم الذى ابتكرها

Climograph — كليموجراف

رسم بيانى يمثل متغيرين أو أكثر مثل متوسط درجة الحرارة الشهرى ومتوسط المطر (التساقط) بحيث يوقع المتوسط لكل شهر من السنة

Cloud seeding — سقوط بللورات جليدية

من قمة المزن الركامى anvil top تمثل نويات للتكاثف أسفل السحابة المذكورة ويمكن أن تتم هذه الطريقة اصطناعياً من خلال حقن السحب بغبار الكربون

Cyclonic storm — عاصفة إعصارية

يقصد بها حدوث اضطراب حاد فى الطقس مع مرور إعصار تتولد عنه رياح قوية وسحب كثيفة ممطرة

-D-

Diffuse reflection — ارتداد منتشر للأشعة

ارتداد لأشعة الشمس مع انتشار بواسطة جزيئات الأتربة العالقة بالجو بواسطة جزئيات السحب

Down scatter — موجات إشعاعية قصيرة مبعثرة

موجهة بشكل مباشر إلى سطح الأرض خلال الغلاف الغازى

-E-

Electro magnetic radiation — موجات من الطاقة

تشع من أى مادة حرارية وترحل خلال الفضاء بسرعة الضوء

Equinox — الاعتدال

-F-

Fahrenheit scale — المقياس الفهرنهيتى

الترمومتر الفهرنهيتى وتكون نقطة التجمد به (٣٢درجة) ونقطة الغليان (٢١٢درجة) ومعنى ذلك أن الدرجة المئوية تساوى ١,٨ درجة فهرنهيتية – ويتم التحويل بالطريقة التالية :

مثال: ١٠ْم= ١٠ × ١,٨ = ١٨ + ٣٢ = ٥٠

إذن ١٠ْم = ٥٠ْف .

Frontal inversion — **انعكاس جبهى**

وهو اندفاع هواء كتلة باردة أسفل هواء دافئ بسبب ارتفاع كثافته فيحدث انعكاس حرارى فى الجبهة الممتدة فيما بينهما

Frost pocket — **جيب صقيع**

يقصد به وادى حوضى ينحصر بين حافتين مرتفعتين تنخفض درجة الحرارة داخله إلى ما دون درجة التجمد، بينما تكون درجة الحرارة على الجوانب المرتفعة فوق درجة الصفر المئوى

-G-

Gale — **زوبعة**

رياح بالغة السرعة تزيد على ١٧ متر فى الثانية وقد تزيد إلى ٢١م/ثانية

Geostrophic — **جيوستروفيك**

رياح أعلى التروبوسفير لا تحتك بسطح الأرض تنحرف بسبب التأثير الكوريولى الناتج عن دوران الأرض حول نفسها، وتناقص سرعة دوران محيطها بالاتجاه نحو القطبين مما يؤدى إلى هبوبها فى موازاة خطوط الضغط المتساوى بحيث يكون الضغط المرتفع على يمينها والمنخفض على يسارها فى نصف الكرة الشمالى والعكس فى نصف الكرة الجنوبى

Glaze — **طبقة جليدية شفافة**

تمتد فوق سطح الأرض

Gust

هبة أو نفحة ريح

زيادة مفاجئة فى سرعة الرياح خلال فترة زمنية محدودة للغاية لا تزيد على ٢٠ ثانية، تبلغ هذه السرعة ثمانية أمتار فى الثانية

-H-

Hair hygrometer

الهيجروميتر الشعرى

جهاز خاص بقياس الرطوبة النسبية

Haze

السديم

جو مترب بسبب ما يعلق به من غبار يؤثر على الرؤية، يشبه فى ذلك الشبورة وإن كانت الأخيرة تتكون من ذرات من المياه

Heat capacity

السعة الحرارية

تمثل الحرارة النوعية مقياساً لكمية الطاقة الحرارية الممكن اختزالها فى المادة

Heat waves

موجات حارة

تردد على منطقة ما بارتفاع شديد فى درجة الحرارة عدة مرات خلال فصل الحرارة (الصيف) وتستمر عدة أيام

Hydrometeors

جسيمات مائية

معلقة فى الغلاف الغازى أو متحركة باتجاه الأرض

-I-

Insular climate

مناخ جزرى

يتأثر بإحاطة المياه بالجزر من جميع جهاتها

Intensity of rainfall — كثافة المطر

وهى كمية المطر خلال فترة زمنية مللم/يوم أو مللم/ساعة

Isobars — خطوط الضغط المتساوى

خطوط وهمية تصل بين المواقع المتساوية فى ضغطها الجوى

Ishyets — خطوط المطر المتساوى

Isotherms — خطوط الحرارة المتساوية

Isolhermic surface — سطح متجانس الحرارة

يمتد لمسافات أفقية أو قد يكون منحدراً أو متموجاً

-J-

Jet stream — التيار النفاث

اندفاع قوى وسريع لكتلة هوائية حول الكرة الأرضية فى طبقات الجو العليا تتجه من الغرب إلى الشرق فى العروض دون المدارية تبلغ سرعتها ما بين ٢٠٠-٣٠٠ميل فى الساعة. اكتشف على يد الطيارين الأمريكيين بالمحيط الهادئ أثناء الحرب العالمية الثانية

-K-

Kalabatic wind — رياح هابطة باردة

تتحرك من المناطق ذات الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض بفعل الجاذبية

Knot — عقدة

سرعة ميل بحرى فى الساعة أو نصف متر فى الثانية الواحدة والميل البحرى ١,٨٥كم (ميل بحرى) فى الساعة

-L-

Levante — الليفانت

رياح محلية ربيعية تهب على جنوب أسبانيا وتتميز ببرودتها وجفافها

Lighfining — البرق

وميض ضوئى يسبق سماع الرعد ينتج عن تفريغ كهربى مفاجئ يتم بين سحابة وأخرى أو بين أعلى سحابة(شحنة موجبة) وأدناها(شحن سالبة)، وإذا ما تم التفريغ الكهربى بين أسفل السحابة وسطح الأرض تعرف هنا بالصاعقة وعادة ما يرتبط البرق بوجود سحب المزن الركامى الممطر

-M-

Megathermial — مناخ حار

فى المناطق التى لا يقل فيها متوسط حرارة أى شهر عن ١٨ْم وذلك وفقاً لتصنيف كوبن المناخى

Mizzle — رذاذ مطر متطاير

Muggy — مناخ مرهق للإنسان

يحدث عندما تقترن الحرارة المرتفعة ٣٠ْم مع رطوبة نسبية تزيد على ٨٠%

-N-

Nuclei جزيئات دقيقة

صلبه عالقة فى الغلاف الجوى تمثل أسطحاً للتكاثف

-O-

Occlusion امتلاء الإعصار

يحدث عندما يتمكن الهواء البارد من التقدم نحو الجبهة الدافئة حتى تلتقى الجبهتان ويتمكن الهواء البارد من التغلب على الهواء الدافئ ودفعه إلى أعلى ويقضى على الإعصار

Oceanicity المحيطية

وهى مقابل لكلمة قارية وذلك فيما يتعلق بحالة المناخ

Ozon sphere غلاف الأوزون

يعلو طبقة الستراتوسفير وفيه يتأثر الأوكسجين بالأشعة فوق البنفسجية Ultra violet R التى تنبعث من الشمس فى موجات قصيرة تتحول إلى أوزون O_3، وفيها تتحول الأشعة فوق البنفسجية إلى أشعة تحت حمراء تنبعث منها حرارة شديدة تحول طبقة الأوزون دون وصولها إلى سطح الأرض (حماية لها)، والأوزون غاز يتركب من ٣ ذرات أوكسجين ولذلك يعرف بالأوكسجين ثلاثى الذرات وهو نقى جداً

-P-

Polar out break لسان هواء قطبى

يتغلغل باتجاه المنطقة المدارية وغالباً ما يصل إلى العروض الدنيا قرب خط الاستواء

Pressure — خلية ضغط جوى

ويقصد بها مركز ضغط جوى منخفض أو مرتفع يمكن تحديده بوجود منخفض (إعصار) أو ضد إعصار

Pressure gradient — تدرج فى تغير الضغط الجوى

يقاس على طول خط متعامد مع خطوط الضغط المتساوى ويأتى من العلاقة التالية :

$$\text{تدرج الضغط} = \frac{\text{فرق الضغط بين موقعين}}{\text{فرق المساحة بينهما}}$$

Pressure force — قوة الضغط

قوة تعمل باتجاهات أفقية لتحريك الهواء باتجاه الضغط الجوى

Prevailing wind — الرياح السطحية السائدة

تهب من اتجاه معين أكثر من غيرها وذلك فى منطقة محدودة وخلال فترة زمنية معينة

Psychrometer — مقياس الرطوبة النسبية

يتكون من ترمومترين أحدهما رطب والأخر جاف مع حساب الفرق بين قراءتهما وحساب الرطوبة النسبية من الرقم المستخرج بالاعتماد على جداول خاصة

Pyranometer — مقياس الإشعاع الكلى

جهاز لقياس الإشعاع الكلى الواصل للأرض بشكل مباشر أو غير مباشر

Pyrheliometer — مقياس الإشعاع الشمسى المباشر

الواصل إلى الأرض مباشرة

-R-

Rain bow — قوس قزح

قوس ملون نصف قطره نحو ٤٢ درجة تتـــراوح ألوانه بين البنفسجى فى الـــداخل إلى الأحمـــر فى الخارج، ينشأ عن انعكاس ضـــوء الشـــمس أو انكســاره على قطرات الماء الساقطة قبل وصولها إلى سطح الأرض أو تلـــك العالقـــة فى الجـــو (الضباب) مما يؤدى إلى تحليل ألوان الطيف

-S-

Scorching — مناخ حار لافح

تزيد فيه درجة الحرارة علـــى ٣٠ْ مئويـــة مـــع انخفاض الرطوبة النسبية عن ٥٠% ما يؤثر إذا ما حدث بشكل مباشر على الكائنات الحية والإنسان

Sleet — أمطار نصف متجمدة

تختلط فيها قطرات الماء مع قطرات الماء المتجمدة

Smog — ضباب دخانى

Steam-fog — ضباب التبخر

يظهر فى هواء بارد نسبياً فوق مسطح مائى دافئ ينشط فيه التبخر، حيث جزيئات المـــاء تاركـــة سطح الماء ولكنها سرعان ما تتكثف فى الهواء البارد

Sublimation — التسامى

تحول بخار الماء من حالة غازية إلى حالة جليديـــة صلبة مباشرة دون المرور بحالة السيولة أو العكس

Summer solstice

الانقلاب الصيفى

تتعامد فيه الشمس على دائرة عرض ٣٠َ ٢٣ْ شمالاً وذلك فى الفترة من ٢١ – ٢٢ يونيو

-T-

Thalvey

وادى جوى

امتداد طولى لضغط منخفض وسط ضغوط مرتفعة

Thermal

الشذوذ الحرارى

اختلاف درجة حرارة مكان ما بالنسبة لدرجة حرارة خط العرض لهذا المكان معدلة لمستوى سطح البحر

Thermal effeciency index

مؤشر فعالية الحرارة (الثورنثويت)

خاص بنمو النبات وهو على النحو التالى :

الفعالية الحرارية الشهرية = ٤,٥ × متوسط الحرارة الشهرى م

الفعالية الحرارية السنوية = مجموع الفعاليات الشهرية

Thunder

رعد

صوت شديد يقترن بالبرق ويأتى بعده، وهو عبارة عن تفريغ الشحنات الكهربية نتيجة للتمدد السريع للهواء نتيجة للتسخين

Thunder bolt

الصاعقة

راجع البرق

Thunder storm

عاصفة رعدية

ظاهرة جوية كهربية مفاجئة (تفريغ كهربى)

-U-

أشعة فوق بنفسجية — Ultra Violet Rays

عبارة عن أشعة كهرومغناطيسية طول موجاتها ما بين ٠,٢ – ٠,٤ ميكرون

تيارات صاعدة — Updraft

فى نطاق محدود مساحياً مثلما يحدث فى العواصف المدارية

ضباب أعالى الجبال — Up slope fog

-V-

ضباب الوادى — Valley

ضغط بخار الماء — Vapour pressure

يتسبب عن بخار الماء الموجود فى الهواء

(راجع القاموس الجغرافى للمؤلف)

تساقط يتبخر فى الهواء قبل الوصول إلى الأرض — Virga

حركة دوامية حلزونية رأسية للهواء — Vortex motion

-W-

تبريد الرياح — Wind chill

مدى تأثير سرعة الرياح فى خفض درجة حرارة الإنسان

ثانيا-المصطلحات الخاصة بالتربة والنبات

-A-

تربة متكتلة Adob

تتشقق إلى مكعبات وهى تربة سميكة تزيد بها نسبة المواد الغروية الدقيقة

تهوية التربة Aeration

تجديد هواء التربة

تربة عديمة الشكل والبناء Amorphous

تربة تنتمى للمناخ الجاف Aridisoil

سعة الرطوبة المتاحة Available moisture capacity

يقصد بها أقصى رطوبة متاحة فى التربة كافية لنمو النبات وعادة ما يتحكم فيها نسيج التربة

تربة هيكلية Azonal soil

تربة تفتقر لقطاع التربة المتطور وذلك لعدم نضجها أو لسبب ظروف المواد المكونة لها أو بسبب الظروف الطبوغرافية، وتنقسم إلى ثلاثة أنواع هى :

المواد الحجرية عند أقدام الجبال، والتربة الفيضية، والرمال الجافة

-B-

الحزون (الأراضى الوعرة) Bad land

أرض شديدة الوعورة والتقطع ولا تصلح للزراعة ويصعب السير فوقها، وعادة ما تكون أرض صلصالية ضعيفة

Biochores	الأنواع النباتية الرئيسية المرتبطة بالأنظمة المناخية على مستوى العالم
Biocycles	الدورات البيولوجية
Biomass	الكتلة الكلية للأحياء الحيوية فى منطقة ما
Bio physical	مصطلح يتضمن كل العناصر والعمليات البيولوجية والفيزيائية مثل الجيولوجية والهيدرولوجية والميترورولوجية
Blackbody	جسم أو سطح يمتص كل الأشعة التى تصل إليه وهو فى نفس الوقت جسم جيد فى إشعاعه بشكل عام
Boreal forests	غابات مخروطية دون قطبية

-C-

Caliche	كاليش قشرة متصلبة من كربونات الكالسيوم أو من نترات الصوديوم، وهى عادة ما تطلق على الأنواع المختلفة من الصلصال المائل للون الأبيض
Capillary movement	الحركة الشعرية للماء تنتج عن الجذب الجزيئى للماء فى مكونات التربة
Capillary tension	قوة جذب بين جزئيات الماء والمكونات الصلبة التى تمسك بالاثنين مع بعضهما وذلك فى مواجهة القوى الناتجة عن الجاذبية والانتشار فى جذور وسيقات النبات

Capillary zone نطاق الخاصة الشعرية

وهو المنطقة الواقعة بين منطقة التربة الرطبة ومنطقة التشبع بالمياه الجوفية التى تعمل فيها قوة الخاصية الشعرية على الإمساك بالمواد الصخرية بواسطة المياه والنباتات

Carnivores الحيوانات اللاحمة

وهى الحيوانات أو النباتات التى تتغذى على لحوم الحيوانات أو الحشرات

Celulose السلليولوز

المادة الأولية التى تكون جدران الخلية النباتية

Cerozem السيروزم

تربة بنية ضاربة للرمادى ترتكز على طبقة صماء توجد فى مناطق باردة وجافة

Chemical energy الطاقة الكيماوية

وهى الطاقة المختزنة فى المكون الكيماوى كالغذاء وتقاس بالسعرات الحرارية

Chernozem تربة الشيرنوزم

تربة سوداء اللون غنية بالمواد العضوية، توجد فى مناطق حشائش البرارى والاستبس

Chestnut تربة كستنائية

تربة ضحلة وحمراء إلى بنية اللون تنمو فى ظروف مناخية جافة ودون قطبية

-D-

أشجار نفضية Deciduous

ذات أوراق عريضة، تنفضها موسمياً، ومنها البلوط Dak

جفاف أو تجفيف Desication

التنوع Diversity

عدد ونوع الحيوانات والنباتات الموجودة فى منطقة ما أو فى مجموعة ما أو فى تجمع معين

-E-

المنهج الأيكوجغرافى Ecogeographic

منهج دراسة النباتات والحيوانات يستخدم فى العوامل البيئية مثل المناخ والطوبوغرافيا كأساس للدراسة

النظم الأيكولوجية Ecosystems

نقل البذور بواسطة الحيوانات Eclozoic transport

عن طريق التعلق بشعرها أو فى أقدامها

أنواع نباتية وحيوانية وصلت إلى أقل عدد لها Endangered species

ومن ثم تصبح مهددة بالانقراض

كائن حى يرتبط ببيئة معينة خاصة به Endimic

نباتات تنمو على حساب نبات أخر Epiphyte

يدعمه ولكن لا تستهلكه بطريقة طفيلية

كتل مائية Eutrophic

يقل بها الأوكسجين الذائب مع زيادة كميات المواد الغذائية وزيادة فى انتاجية المواد العضوية التى تتجاوز تحلل المواد العضوية

انقراض Extention

-F-

Fen

منطقة من الأراضى الجافة
تتميز بقلويتها ونمو حشائش وأحراش بهـا مـع
تراكم اللبد النباتى

Friability

حرث التربة
مما يؤدى إلى تفككها وتهويتها

Fusion

ربط المواد ببعضها

-G-

Galler forest

غابات الدهاليز

Geothermal

صف للحرارة والطاقة داخل الكرة الأرضية

Germinate

انتقال البذور من مرحلة الخمول إلى حالة النمو النشط

Granular

محبب (تربة محببة)

-H-

Habitat

الوسط البيئى
الذى يعيش فيه النبات أو الحيوان

Halomorphic

تربة ملحية
ترتفع فيها نسبة الملوحة وهى من الأنواع سـيئة
الصرف وتتعرض للتبخر الزائد

Halophytes

أنواع نباتية محبة للملوحة

Heat capacity

السعة الحرارية
وهى كمية الحرارة المطلوبة لرفع درجة حـرارة
أى مادة درجة مئوية واحدة وهى تختلـف مـن
معدن إلى أخر

Heat vaporization	حرارة التبخر أى الحرارة المطلوبة لتبخر أى سائل وهى بالنسبة للماء ٥٤٠ سعر حرارى لكل جرام
Heat of wetting	الحرارة الناتجة عن ابتلال التربة
Herbivores	أكلات العشب
Humification	تكون الدوبال
Humus	الدوبال
Hydrophytes	نباتات محبة للرطوبة تعيش فى الماء كليا أو جزئياً فى ظـــروف أكثـــر تشبعاً فى منطقة المجموع الجذرى
Hydroscobic	مياه تحيط بذرات أو جزيئات التربة

-I-

Imbibed water	ماء ممتص من التربة
Infiltration	التشرب
Infra red	الأشعة فوق الحمراء
Inorganic	غير عضوى

-L-

Laterite	اللاتيريت التربة المدارية الحمراء
Latosols	تربة اللاتوسول تشبه اللاتيريت لها نسبة كبيرة مـــن أكاســـيد الحديد الألومنيوم

Leatching

غسل التربة

يتم من خلال صرف المياه عن طريق التخلل فى التربة إلى ما تحت التربة حاملة معها المواد المذابة والعالقة

Lichen

الأشن

نبات صغير وقصير ينمو فوق سيقان الأشجار أو فوق الأسطح الصخرية العارية

lianas

نباتات متسلقة

Loam

تربة اللوم

يتكون من رواسب من الرمل والغرين والطين بنسب متساوية

-M-

Mesophytes

نباتات معتدلة من حيث حاجتها إلى الماء

Mosses

نباتات المستنقعات

-N-

Nutrient

أى عنصر أو مركب يتغذى عليه ويساعد فى نمو أى كائن حى أو يضاف إليه

-O-

Omnivores

بحيرة محدودة فى إنتاجيتها البيولوجية

Over grazing

الرعى الجائر

-P-

Paracites

طفيليات

أحياء تستمد استمراريتها من التغذية على غيرها من أحياء

Parent materials	مواد أصل التربة
Percolation	التخلل المائى
Photo synthesis	التمثيل الضوئى
Plasticity	الليونة
Podzol	تربة البدزول
Pores	مسامات التربة
Porosity	المسامية
Primary succession	تجمع نباتى أولى

-R-

Recycling nutients	الدورة الغذائية للنبات والتربة
Rodents	قوارض

-S-

Saline soil	تربة ملحية
Soil atmosphere	هواء التربة ويقصد به الهواء بين مسام التربة أو فى شقوقها
Solum	الجزء العلوى من التربة
Stomata	بثور أوراق الشجر
Succulents	عصاريات

-T-

Topophyte	نباتات تتكيف مع تغير الظروف الجوية من حيث الرطوبة

-V-

Voids	فراغات بينية

-W-

Water films	أغشية مائية
Wild life.	الحياة البرية

ثالثاً- قياسات ومعادلات

الفرق بين درجات الحرارة المئوية والفهرنهيتية:

الترمومتر المئوي : مقسم ١٠٠ درجة من صفر (التجمد) إلى ١٠٠ درجة غليان الماء.

الترمومتر الفهرنهيتي: مقسم من ٣٢° – ٢١٢°ف (١٨٠°) .

معنى ذلك أن درجة الحرارة المئوية تقابلها ١,٨° أو ٩/٥ف.

التحويل من مئوي إلى فهرنهيتي وبالعكس:

مثال : لتحويل ١٠°م إلى فهرنهيت يتم الآتى :

١٠ × ١,٨ = ١٨ + ٣٢ (الصفر الفهرنهيتى) = ٥٠°ف

اى أن ١٠°م = ٥٠°ف .

والعكس لتحويل ٥٠°ف إلى مئوية يتم الآتى :

٥٠°ف – ٣٢° = ١٨°

١٨ × ٥/٩ = ٩٠/٩ = ١٠° مئوية .

ملحوظة : تستخدم بريطانيا ومعظم الدول المرتبطة بها المقاييس الفهرنهيتى فيما يستخدم المئوى بقية دول العالم .

المتوسط اليومى للحرارة Daily mean = (درجة الحرارة العظمى لليوم + درجة الحرارة الصغرى لليوم نفسه) / ٢

المتوسط الشهرى للحرارة = (مجموع المتوسطات اليومية للشهر) / (عدد أيام الشهر)

المتوسط الشهرى للحرارة العظمى = (مجموع درجات الحرارة العظمى اليومية فى الشهر) / (عدد أيام الشهر)

المتوسط الحرارى السنوى Annual mean = (مجموع متوسطات الحرارة الشهرية للسنة) / ١٢ (عدد شهور السنة)

المدى الحرارى اليومى Daily range of temp

= أعلى درجة حرارة فى اليوم – أدنى درجة حرارة لنفس اليوم.

المدى الحرارى السنوى **Annual range of temp**

=متوسط حرارة أعلى الشهور – متوسط حرارة أقل الشهور حرارة

النسبة المئوية لاتجاه الرياح:

تحسب وفقا لعدد الساعات التى تهب خلالها الرياح من كل اتجاه فى اليوم – ثم تجمع عدد الساعات اليومية الخاصة بكل اتجاه فى الشهر، وبعد ذلك تحول إلى نسب مئوية مع الأخذ فى الاعتبار بأن فترات السكون تدخل ضمن هذه النسب .

مثال للتوضيح :

إذا ما فرض أن مجموع الساعات التى هبت خلالها الرياح من الاتجاه الشمالى فى أيام أحد الشهور بلغت ٣٢٠ ساعة .

فإن النسبة المئوية لهبوب الرياح من اتجاه الشمال = $\frac{١٠٠ \times ٣٢٠}{٧٢٠ \text{ (عدد ساعات ٣٠ يوم)}}$ = ٤٤,١٦%

هكذا تحسب نسب الرياح التى تهب من الاتجاهات الأخرى.

المطر :

كثافة المطر = $\frac{\text{كمية المطر فى فترة سقوطه}}{\text{عدد الساعات التى سقطت أثناءها أو (عدد الأيام المطيرة)}}$

القيمة الفعلية للمطر = $\frac{\text{معدل المطر فى السنة بالمليمتر}}{\text{معدل الحرارة بالدرجة المئوية + ١٠}}$

فاذا ما كان ناتج أقل من ٥ فيدل على مناخ صحراوى جاف.

من ٥ – ١٠ مناخ شبه جاف :-

١٠ – ٢٠ مناخ رطب نسبياً .

٢٠ – ٣٠ مناخ رطب .

أكثر من ٣٠ مناخ شديد الرطوبة .

جدول (٣) النسبة المئوية لطاقات الإشعاع الواصلة إلى الأرض من الغلاف الجوى

مصدر الإشعاع	النسبة المئوية التى يساهم بها
بخار الماء	من ٥٠ – ٦٠ %
ثانى أكسيد الكربون	٢٠%
الغازات الأخرى فى الغلاف الجوى	من ١٥ ٣٠ %

المصدر : هلالى، ١٩٩٦، ص ١١٩.

قياس الإشعاع الشمسى:

تقاس حرارة إشعاع الشمس بواسطة جهاز الأكتيوميتر Actinometer وهو عبارة عن ترمومترين أحدهما تغطى فقاعته باللون الأسود والثانى تترك فقاعته بيضاء لامعة بعلامتين زجاجيتين مفرغين من الهواء ويتعرضان لأشعة الشمس مباشرة ثم تسجل قراءهما ومن جداول خاصة يمكن الحصول على كمية الإشعاع الشمسى .

قياس اتجاه وسرعة الرياح فى الطبقات العليا:

يستخدم فى ذلك البالون الكشاف. وهو عبارة عن بالونات مطاطية مملوءة بالهيدروجين تحت ضغط مرتفع لكى تتمكن من الصعود إلى أعلى ثم تطلق ويتم رصد حركتها فى الجو العلوى بواسطة التيودوليب لتعيين زاوية ارتفاعها عن المستوى الأفقى (الزاوية الرأسية) وزاوية انحرافها عن الشمال الجغرافى (الزاوية الأفقية) وذلك على فترات زمنية معينة يمكن معرفتها وعلى أساس معرفة أن معدل صعود البالون ١٤٠ متر / دقيقة تحديد المستويات المختلفة التى رصد عندها البالونات الكشافة ومن خلال تحليل هذه البيانات يمكن معرفة اتجاه وسرعة الرياح فى كل طبقة من طبقات الجو، ويمكن استخدام هذه الوسيلة ليلاً بوضع مصباح صغير بها. كما يمكن استخدامها فى قياس ارتفاع السحب بعملية حسابية (راجع بالتفصيل هلالى،١٩٩٦،ص٤٩). كما يوجد جهاز النفسكوب لقياس اتجاه السحب وسرعة تحركها.

معدل التبخر السنوى: P

$$Er = \sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}$$

-T = متوسط درجة الحرارة السنوى بالمقياس المئوى .

-P = معدل الأمطار السنوية .

$$L = 300 + 25\,T + 0.\,T^3$$

درجة الجفاف:

$$Q = \frac{100\,R}{u + m + (u-m)}$$

R- = متوسط المطر السنوى .

u- = متوسط أعلى درجة حرارة .

m- = متوسط أقل درجة حرارة .

الطاقة الكامنة : الكتلة + قوة الجاذبية + الارتفاع عن مستوى البحر .

$(Ep = m \times g \times h)$

الطاقة الحركية Kinetic energy :

$$Ek = \frac{1}{2} mv^2$$

V = السرعة　　　m = الكتلة

الطاقة الحرارية:

تعد أقل أنواع الطاقة قيمة وتنتج عن حركة الجزيئات فى المادة Motion of molecules أو بمعنى أخر عبارة عن الطاقة الحركية الناتجة عن حركة جزيئات مادة ما .

التمثيل الضوئى Photo synthesis:

عملية يتم خلالها تحول الطاقة الشمسية إلى طاقة كيماوية، وتمثل فيما يلى :

{ثانى أكسيد الكربون + ماء ← جلوكوز + أوكسجين (كربوهيدرات)}

يعمل التمثيل الضوئى على تكوين الجلوكوز الذى يمثل عنصراً هاماً فى أية مادة حية، وكذلك على تكوين الأوكسجين العنصر الثانى من عناصر الغلاف الغازى بعد النتروجين والضرورى للغاية لعمليات التنفس للكائنات الحية.

ومعنى ما سبق أن التمثيل الضوئى يكون الغذاء من أجل النمو ويكون الأوكسجين من أجل التنفس.

ويتم التمثيل الضوئى فى البلانكتون، حتى الأشجار الضخمة ومن ثم تختلف كفاءته اختلافاً كبيراً حسب حجم النبات الذى يقوم به، والواقع أن الجلوكوز والكربوهيدرات تحتوى على طاقة كيماوية يعمل التمثيل الضوئى على استخلاصها من أشعة الشمس (الطاقة الشمسية) .

المادة العضوية فى التربة:

تتكون المادة العضوية فى التربة من تحلل الجذور وأوراق الأشجار وغصونها، وعندما تتحلل هذه المواد العضوية بواسطة الكائنات الحية الدقيقة Micro Organisms فإنها تصبح بشكل عام داكنة اللون يطلق عليها الدوبال humus الذى تلعب دوراً هاماً فى تماسك الحبيبات الناعمة فى شكل تجمعات تعطى التربة بناءها.

درجة تركيز أيون الأيدروجين فى التربة (pH):

تسمى أحياناً درجة حموضة التربة أو pH التربة والتى – أى التربة – إما تكون حمضية أو قلوية أو متعادلة وتزداد قلوية التربة مع زيادة تراكم الكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم حيث تزيد أيونات الهيدروكسيد -OH على أيونات الأيدروجين +H فى محلول التربة وإذا ما تساوى الاثنان أصبحت التربة متعادلة .

والتربة الصحراوية قلوية بينما التربة فى المناطق الباردة حمضية مثل تربة البدزول، حيث تغسل الأملاح بسبب المطر .

وتتراوح نسبة الحموضة فى التربة بين ٣ و ١١ فإذا كان الرمز pH فى التربة يتراوح بين ٣-٤ تكون شديدة الحموضة ثم تقل درجة الحموضة عندما يتراوح ما بين ٦-٧ ثم تكون التربة متعادلة عند الرقم٧ ثم تتحول إلى قلويةAlkaline من٧-١١وعندما تصل إلى ١١ تكون شديدة القلوية.

التعاقب النباتى Succession:

إن فكرة النمو النباتى خلال تتابع مرحلى مع ارتباطه الوثيق بالعوامل المناخية فكرة قديمة بدأت فى الثلاثينات من القرن العشرين على Clements .

تتلخص هذه الفكرة فى أن الأرض بالعروض الوسطى يبدأ التعاقب النباتى بمجموعة نباتية رائدة فى الأشنات Lichen والطحالب Algae التى يمكنها أن تتجمع فوق سطوح عارية، ومع استمرار عمليات التجوية التى تتم ببطء فى هذه المرحلة تتفتت الصخور وتتكون المواد الغذائية ثم تظهر أعشاب المستنقعات Mosses على مفتتات التربة التى تراكمت على الأسطح الصخرية والتى ما زالت حتى هذه المرحلة المتحكم الرئيسى فى الخصائص الأصلية لهذه التربة الوليدة، ومع زيادة كميات المواد النباتية المتحللة تزداد حموضة التربة، ومن ثم تحل الحشائش محل الأعشاب الدقيقة، ومع مرور الزمن وزيادة سمك التربة تحل الأحراش محل Grasses الحشائش ثم تحل الأشجار محل الأحراش .

تصنيف التربة حسب نسيجها:

رملية : عندما تكون مكونة فى معظمها حبة الرمل الخشن والناعم مع قليل من الطين .

رملية لومية Loamy sand : يتكون النسيج فى الأغلب من الرمل مع وجود نسبة كافية من الطين يعطى النسيج قليل من المرونة عندما تكون رطبة جداً .

لومية رملية Sandy loam : رملية فى نسيجها لا تلتصق باليد حين فركها . نظهر رمليتها بوضوح عندما تكون مبتلة .

لومية Loamy : تزداد بها نسبة الطين بشكل واضح وتعجن عندما تبتل وتلتصق بأصابع اليد .

لومية سلتيه Silt loam : تربة ملساء لزجة .

لوم طينى رملى Sandy clay loam : تحتوى على طين بنسبة كافية لزجة مع وضوح الرمل بها.

لوم طينى Clay loam : لزجة بشكل واضح لا يظهر فيها الرمل بسهولة .

لوم طينى سلتى (غرينى): بها كمية محدودة من الرمل وكمية كافية من الغرين بحيث تعطيها ملمساً ناعماً.

سلتية Silty : تربة ملساء يسود فيها السلت (الغرين) .

الطينية الرملية Sandy clay : تربة لزجة عندما تبتل مع وضوح الرمل يسودها الطين والرمل.

التربة الطينية Clay : تربة لزجة عندما تبتل بشكل جاف وتعطى سطحاً لامعاً عندما تفرك.

الطين السلتى Silt clay : تربة من مواد ناعمة جداً .

قياس سطوع الشمس :

يقصد به عدد الساعات التى تظهر فيها الشمس دون أن تحجبها السحب ومن أكثر الأجهزة انتشاراً لقياس سطوع الشمس ما يعرف بجهاز كامبل ستوكس Campbel Stockes Recorder وهو عبارة عن عدسة كروية مرتكزة على قاعدة سميكة بينها وبين العدسة إطاراً تثبت فيه ورقة بيانية خاصة بالتسجيل مقسمة إلى ساعات النهار. ثم يوضع الجهاز فى مواجهة أشعة الشمس بحيث يكون المحور الطولى للورقة عمودياً على خط الزوال (خط طول المكان) متجهاً من الشرق إلى الغرب ويكون المحور الأقصر مائلاً على مستوى الأفق بزاوية تساوى درجة العرض ويتم احتراق الورقة على امتداد محورها الأفقى فى أوقات سطوع الشمس ومن ثم يمكن جمع عدد ساعات سطوع الشمس كل يوم من ورقة التسجيل وحساب المتوسطات الشهرية أو الفصلية .

المراجع باللغة العربية

١)إبراهيم سيلمان الأحيدب (بدون تاريخ) الكوارث الطبيعية وكيفية مواجهتها – دراسة جغرافية، الرياض.

٢)أحمد عبد العال (١٩٩٥) الأخطار البيئية وهجرة السكان بالسودان، كلية الآداب – جامعة المنيا – المنيا .

٣)آمال إسماعيل شاور (١٩٧٩) الجيورموفولوجيا والمناخ – دراسة تحليلية للعلاقة بينهما – مكتبة الخانجى – القاهرة .

٤)آمال إسماعيل شاور ومحمود دياب راضى (١٩٩٦) الجغرافيا الطبيعية ، القاهرة .

٥)أمانى حسين محمد (٢٠٠٣) المشكلات البيئية بمنخفض الخارجة – دراسة جغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا بكلية الآداب – جامعة أسيوط.

٦)جودة فتحى التركمانى (٢٠٠١) الجغرافيا الطبيعية – أسس ومجالات – دار الثقافة العربية ، القاهرة.

٧)رمزى عبد الرحيم دسوقى (١٩٩٥) الجراد، مجلة العلوم والتقنية، السنة التاسعة، العدد ٣٢ الرياض.

٨)زين الدين عبد المقصود (١٩٨١) البيئة والإنسان – علاقات ومشكلات، منشأة المعارف، الإسكندرية.

٩)شحاته سيد أحمد (٢٠٠١) المخاطر المناخية على الزراعة فى المدينة المنورة، بحث مقبول للنشر بمجلة العقيق، المدينة المنورة.

١٠)شفق الوكيل وسراج محمد (١٩٨٥) المناخ وعمارة المناطق الحارة، الطبعة الثانية، القاهرة.

١١)طارق زكريا إبراهيم (٢٠٠٤) العواصف الرملية والترابية وتأثيرها على الزراعة فى منطقة جيزان بالمملكة العربية السعودية، بحث مقبول للنشر بالمجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية – القاهرة.

١٢)عبد الله سليمان الحديثى (١٩٩٥) الرياح والأعاصير، مجلة العلوم والتقنية، العدد ٣٢ – الرياض.

١٣)عبد العزيز طريح شرف (١٩٩٤) الجغرافيا المناخية والنباتية – أسس وتطبيقات – دار المعرفة، الإسكندرية .

١٤)عبد العزيز عبد اللطيف يوسف (٢٠٠١) جغرافية المناخ والنبات، القاهرة .

١٥)عبدالعزيز عبداللطيف يوسف (١٩٨٦)غاز الأوزون في الغلاف الجوي، آثاره المناخية والجغرافية، الجمعية الجغرافية المصرية، المجلة الجغرافية العربية، العدد١٨ – السنة ١٨.

١٦)علي إبراهيم دبور وشاكر محمد حماد، الآفات الحشرية والحيوانية وطرق مكافحتها في المملكة العربية السعودية، جامعة الرياض، الرياض.

١٧)علي موسى (١٩٨٦) المعجم الجغرافي المناخي، دار الفكر، دمشق.

١٨)فهمي هلالي أبو العطا (١٩٨٦) الطقس والمناخ – دراسة في طبيعة الجو وجغرافية المناخ، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.

١٩)محمد عبده العودات وزملاؤه (١٩٨٥) الجغرافيا النباتية، الرياض .

٢٠)محمد صبري محسوب (١٩٩٠) الظروف المناخية بالإحساء، الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ١٣٥ – مارس، الكويت.

٢١)محمد صبري محسوب(١٩٩٦)الجغرافيا الطبيعية – أسس ومفاهيم حديثة – دار الفكر العربي.

٢٢)محمد صبري محسوب (٢٠٠٢) البيئة الطبيعية – خصائصها وتفاعل الإنسان معها، دار الفكر العربي، القاهرة .

٢٣)محمد صبري محسوب ومحمد إبراهيم أرباب (٢٠٠٠) الأخطار والكوارث الطبيعية – الحدث والمواجهة، معالجة جغرافية – دار الفكر العربي – القاهرة.

٢٤)نعمان شحادة (١٩٩٦) الجغرافيا المناخية – علم المناخ – عمان الأردن .

٢٥)ورد كوك روي(١٩٨٤)الطقس– تعريب عبد الله صالح، ماكدونالد الشرق الأوسط ش م م، بيروت، لبنان .

٢٦)يوسف عبد المجيد فايد (١٩٨٢) جغرافية المناخ والنبات، دار النهضة العربية، القاهرة.

<u>المراجع باللغة الإنجليزية</u>

-Alexander, D (1992) Nature of Disasters, Masschusetts.

-Amos, H. H (1975) Man and Environment.

-Barry, R and Chorley, R. (1982) Atmosphere, Weather and Climate, Methuen, London.

-Berry, G. A (1965) Soil, 2ed, London.

-Bunnet, R. B (1965) Physical Geography in Diagrams, London.

-Eyre, P. M, (1990) People and phyical Environment, Hong Kong.

-Gardner, J (1977) Physical Geography. Harper's Collge Press, London.

-Garrison, T (1998) Oceanography, An invitation to Marine Science, Library of Congress, Washington.

-Griffiths, J. F. (1976) Applied Climatslogy An interoduction, Oxford University.

-Kendrew, W. G (1953) The Climate of the Continents, London.

-Knapp, Betal (1989) Challenge of Natural Envirnoment, London.

-Middletonm N. J (1986) Dust storms in the Middle East, Journal of Arid Environment vol 10-83-960.

-Strahler, A and Strahler A (19) Modern physical Geography, New York.

-Swearing, W. D (1992) Drought Hazards in Morocco, Geographical Review vol 82 No 4 October.

-Trewartha, F and Hammond (1957) Elements of Geography, London.

-Trewartha, G. T (1968) An introduction to Climate, New York.

-U.S Department of Agriculture, Forest Service (Nov 1964) Winds Over Wild Lands – A Guide for Forest Management; Washington.

-White, L. D etal (1984) Envirnomental Systems, An indroductory, Text, London.

-Wilcock, D (1988) Physical Geography, London.

رقم الايداع
٢٠٠٥/١٦٠٣٥